

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN

Scienze Farmacologiche e Tossicologiche dello Sviluppo e del
Movimento Umano

Ciclo XXVII

Settore Concorsuale di afferenza: 05/D1

Settore Scientifico disciplinare: M-EDF/02

**Confronto fra periodizzazione Tradizionale e a Blocchi per
l'allenamento della forza in atleti maschi e partecipanti di
genere femminile.**

Presentata da: Dott. Sandro Bartolomei

Coordinatore Dottorato

Prof.ssa Patrizia Hrelia

Relatore

Prof. Franco Merni

Esame finale anno 2015

Alla fatica,
quella inclinata d' Appennino
e quella orizzontale
della Florida.

Indice

ABSTRACT	9
Parte I. MODELLI DI PERIODIZZAZIONE DELL'ALLENAMENTO DI FORZA.	
Introduzione	11
La visione tradizionale della periodizzazione	12
Il metodo "a blocchi", o metodo a sequenza coniugata	17
"Daily undulating periodization" e "weekly undulating periodization"	22
Analisi dei lavori sperimentali presenti in letteratura	25
Considerazioni sulla letteratura	28
Parte II. CONFRONTO FRA PERIODIZZAZIONE TRADIZIONALE E A BLOCCHI PER L'ALLENAMENTO DELLA FORZA IN ATLETI MASCHI.	
Introduzione	30
Metodi	34
Risultati	45
Analisi dei risultati nei test effettuati nelle fasi intermedie del programma di allenamento	53
Discussione	55
Parte III. CONFRONTO FRA PERIODIZZAZIONE TRADIZIONALE E A BLOCCHI PER L'ALLENAMENTO DELLA FORZA IN PARTECIPANTI DI GENERE FEMMINILE.	
Introduzione	60
Metodi	62
Risultati	73
Discussione	78
Parte IV. CONCLUSIONI ED APPLICAZIONI DELLA RICERCA.	
Bibliografia	86

ABSTRACT

La prima parte dello studio riguarda la descrizione dell'origine e delle caratteristiche che differenziano la periodizzazione tradizionale e quella a blocchi per l'allenamento della forza.

L'obiettivo della seconda parte del lavoro è stato quello di confrontare gli adattamenti ormonali e prestativi ad un programma di allenamento della forza periodizzato secondo il modello tradizionale o secondo quello a blocchi in un campione di atleti di forza. Venticinque atleti maschi sono stati assegnati con procedura randomizzata al gruppo con programmazione tradizionale (TP) o a quello a blocchi (BP). Prelievi di saliva sono stati effettuati prima e dopo 6 diverse sedute di allenamento durante il programma al fine di rilevare i livelli di testosterone (T) e cortisolo (C). Le valutazioni dei parametri antropometrici e prestativi sono state effettuate prima e dopo le 15 settimane di allenamento previste. In nessuno dei due gruppi vi sono state variazioni significative nei livelli ormonali. I risultati indicano che il gruppo BP ha ottenuto incrementi superiori a quello TP riguardo alla forza massima ($p = 0,040$) ed alla potenza ($p = 0,035$) espressa alla panca piana.

Nella terza parte dello studio, la periodizzazione tradizionale e quella a blocchi sono state confrontate riguardo agli effetti sulla forza massima e sull'ipertrofia in donne allenate di livello amatoriale. Diciassette donne hanno partecipato all'esperimento allenandosi 3 volte a settimana per 10 settimane. I risultati dimostrano che entrambe le periodizzazioni hanno portato a miglioramenti significativi di forza e potenza; il gruppo TP ha tuttavia ottenuto incrementi superiori di forza massima ($p = 0,039$) e ipertrofia degli arti inferiori ($p = 0,004$). La periodizzazione tradizionale quindi si è dimostrata più efficace per aumentare la forza massima e la sezione muscolare della coscia in partecipanti di genere femminile. I risultati contrastanti nei due generi potrebbero essere legati a rapporti diversi fra processi anabolici e catabolici.

ABSTRACT

A comparison of Traditional and Block periodized strength training programs in male athletes and in women.

The first part of the study explored the origin and the fundamental characteristics of the traditional and the block periodization models for strength training.

The aim of the second part of the study was to compare the hormonal and strength responses to a block (BP) and a traditional (TP) periodized strength training programs in male athletes. Twenty-five experienced resistance trained males were randomly assigned to either a block (BP) or a traditional (TP) periodized resistance training program. Salivary samples were taken before and after six different workouts over the training period and measured for testosterone (T) and cortisol (C). Strength and power testing occurred before and after the 15-weeks training program. No differences were noted in the hormonal responses between BP and TP during any training cycle. Results indicated that BP appears to stimulate greater gains in bench press maximal strength ($p = 0,040$) and power ($p = 0,035$) compared to TP.

The third part of the study was a comparison of block (BP) and traditional periodization (TP) on maximal strength and hypertrophy of recreationally strength trained women. Seventeen women participated in the study and trained 3 days a week for 10 weeks. The results revealed that both BP and TP groups made significant increases in strength and power but improvements in lower body strength and hypertrophy were significantly greater in TP group compared to BP group ($p = 0,039$ and $p = 0,004$, respectively). Results indicate that traditional model is more effective than the block periodization model for increasing maximal strength and muscle size of the lower body in women. The conflicting data between TP –vs BP training methods in men and women may be related to a gender difference in anabolic/catabolic ratio.

PARTE I: Classificazione e descrizione dei principali modelli di Periodizzazione dell'Allenamento di Forza.

INTRODUZIONE

La periodizzazione dell'allenamento, intesa come distribuzione organizzata e pianificata dei carichi di allenamento, viene utilizzata da diversi decenni con atleti di alto e medio livello al fine di ottimizzare il processo di miglioramento della performance sportiva. I tecnici e gli studiosi degli sport di forza sono stati fra i primi ad utilizzare una modulazione ragionata dei carichi in funzione degli impegni agonistici. Il concetto di periodizzazione identifica infatti variazioni pianificate e cicliche dei parametri dell'allenamento in termini di volume, intensità, frequenza e densità (Rhea et al. 2002; Silvester 2003; Wirth e Schmidtbleicher 2007).

Lo scopo di questa organizzazione dell'allenamento è di ottenere il massimo risultato dagli stimoli ai quali l'atleta è sottoposto in allenamento e dai successivi recuperi variando volume ed intensità del carico per favorire importanti adattamenti neuromuscolari (Apel et al. 2011; Fleck et al. 1999; Fleck e Kraemer 1996; Prestes et al. 2009), diminuire il rischio di overtraining (Baker 2007; Stone et al. 1981) e far coincidere il picco prestativo con le competizioni più importanti.

Nonostante la diffusione della periodizzazione negli sport di forza (Cissik et al. 2008) e la presenza di testi e articoli di review che trattino l'argomento (Bompa e Carrera 2005; Coutts e Cormack 2014; Fleck e Kraemer 1997; Plisk e Stone 2003), la terminologia con la quale vengono definiti i modelli proposti dai vari autori non è universalmente accettata.

Negli ultimi decenni nella letteratura scientifica occidentale sono state adottate terminologie differenti per identificare i modelli di periodizzazione fino ad allora proposti. Ciò ha portato a classificazioni non coincidenti anche a causa della difficile reperibilità e comprensione dei testi originari, spesso redatti in lingua russa.

Lo scopo della prima parte di questo lavoro è di definire i modelli di periodizzazione dell'allenamento di forza attraverso i loro concetti fondamentali espressi nelle pubblicazioni degli autori che li hanno proposti ed individuare le motivazioni delle discordanti interpretazioni.

LA VISIONE TRADIZIONALE DELLA PERIODIZZAZIONE

Le leggi sulla risposte adattative ad agenti stressanti, formulate da Hans Selye fra il 1936 ed il 1956, sono state applicate per la prima volta all'allenamento sportivo nel 1959 ad opera del Prof. Ludwig Prokop. Il professore russo utilizzò i concetti relativi alla sindrome generale di adattamento introdotti da Selye, per spiegare le reazioni dell'organismo all'allenamento. La necessità di ottenere stimoli stressanti per l'organismo portò ad utilizzare variazioni periodiche dei carichi di lavoro in modo da rendere gli stimoli idonei ad alterare l'omeostasi dell'organismo dell'atleta e non raggiungere un plateau nel processo di miglioramento della prestazione (Prokop et al. 1959).

La terminologia relativa alla periodizzazione dell'allenamento ed i concetti fondamentali relativi ad essa, vengono attribuiti al professore russo Lev Matveev ed ai suoi testi principali pubblicati a partire dalla fine degli anni '50 (Matveev 1958, 1965; Tschiene 1985). Matveev non adottò completamente le teorie di Selye relative alla sindrome generale di adattamento (Bourne 2008), che considerava difficilmente estendibili all'ambito sportivo in quanto riferite principalmente a situazioni patologiche e si rifece piuttosto alle teorie enunciate da Pavlov sul condizionamento (Bellotti e Zanon 2008).

Il noto fisiologo russo era stato infatti assunto dall'ideologia dominante ad emblema della scienza sovietica e le teorie di Matveev dovevano rappresentare il successo di questa anche in ambito sportivo (Bellotti e Zanon 2008; Riordan 1977). L'allenamento, mediante processi analoghi a quelli riscontrabili in ambito pedagogico, mirava a portare gradualmente l'atleta ad un livello coordinativo e condizionale superiore (Bourne 1975; Matveev 1972, 1977).

Altri autori del blocco sovietico (Harre 1972), concepivano l'allenamento come parte integrante del processo di costruzione dell'uomo nuovo socialista, l'atleta doveva rappresentare quindi un esempio per la collettività (Riordan 1977).

Nella visione gerarchica degli obiettivi nel modello di Matveev, al vertice vi era l'organizzazione del ciclo olimpico quadriennale (Matveev 1958, 1965, 1972) che doveva condurre l'atleta ad affrontare nel modo migliore le Olimpiadi. I Giochi Olimpici erano infatti le manifestazioni nelle quali gli atleti del blocco sovietico dovevano dimostrare la superiorità del proprio modello socio-economico e culturale sugli altri paesi (Johnson e Verschoth 1991). Altro obiettivo molto importante era l'organizzazione del macrociclo, periodo che solitamente consisteva in un anno di allenamento, ma talvolta veniva identificato con un periodo di tempo inferiore. Il ciclo annuale era poi suddiviso in due momenti diversi: una prima fase preparatoria della durata di diversi mesi ed una seconda fase dominata dalle competizioni e dalla preparazione specifica ad essi. La suddivisione procedeva con la definizione di mesociclo, periodo della durata di 2 - 6 settimane, diviso a sua volta in microcicli di una settimana circa.

Nel modello di periodizzazione di Matveev, che verrà definito "tradizionale" o "classico" (Stone et al. 1981), l'andamento del carico all'interno del macrociclo rivela un passaggio graduale da un alto volume di allenamento, ad una alta intensità e basso volume man mano che ci si avvicina al periodo agonistico (Stone et al. 1981; Matveev 1977; Tan 1999). Anche l'andamento del carico all'interno di ciascun mesociclo evidenzia una graduale riduzione del volume a favore dell'intensità dell'allenamento (Prestes et al. 2009; Tan 1999). A questo andamento fanno eccezione i mesocicli del periodo introduttivo, nei quali il volume di allenamento è solitamente incrementale.

La riduzione del tonnellaggio complessivo relativo agli esercizi di forza all'interno del mesociclo, tipicamente presente nei periodi fondamentali di allenamento, costituisce una caratteristica della periodizzazione "tradizionale" e mostra la natura ondulatoria di questo modello (Kraemer et al. 2003). Per questa ragione il modello di Matveev è stato definito di tipo "wave-like" in parte della

letteratura anglosassone (Baker 2007, Matveev 1990; Plisk e Stone 2003; Turner 2011). Il concetto viene espresso anche graficamente nelle prime pubblicazioni di Matveev (Matveev 1958, 1965) e viene specificato in lavori successivi (Matveev 1977, 1972, 1990). La periodizzazione tradizionale con andamento ondulatorio trae origine da quella utilizzata dai tecnici sovietici di varie specialità ed in particolare nel sollevamento pesi (Baker 2007).

La periodizzazione tradizionale è caratterizzata da variazioni nelle metodologie e nei carichi impiegati in allenamento che avvengono all'interno del mesociclo. Questo comporta che da una settimana all'altra siano previste variazioni degli obiettivi nell'allenamento che vengono spesso perseguiti mediante una riduzione pianificata e graduale del numero di ripetizioni negli esercizi di forza e l'utilizzo di sovraccarichi sempre maggiori. Gli adattamenti a cui il programma di allenamento mira, risultano concatenati ed in logica successione, in modo da creare trasferimenti di effetti da una tipologia di allenamento di forza all'altra.

La riduzione progressiva del volume a favore dell'intensità, osservabile in tutto il macrociclo salvo che nel periodo introduttivo, è atta a favorire i processi rigenerativi secondo le teorie esposte dal fisiologo russo Yakovlev nel 1951 (Issurin 2010).

Un mesociclo di forza potrebbe prevedere nella prima settimana l'esecuzione di 8-10 RM fino all'esaurimento in ciascuna serie per stimolare l'ipertrofia e solo 2-4 RM nell'ultima settimana nella quale l'attenzione è passata alla forza massima perseguita mediante il miglioramento dei fattori nervosi che la determinano.

Nella periodizzazione tradizionale si perseguono obiettivi di forza diversi in successione nel corso del medesimo mesociclo e molteplici obiettivi nel corso del mesociclo. La scarsa divisione dei contenuti dell'allenamento e la presenza contemporanea di esercitazioni a carattere differente nel programma, realizzano uno dei principi fondamentali del modello di Matveev ovvero l'unità fra carico speciale e generale (Matveev 1965). Questo principio, pur identificando l'importanza dei

contenuti di allenamento sport specifici (detti speciali), tende a sovrapporli con quelli di preparazione generale. Questa visione verrà criticata aspramente da alcuni studiosi successivi (Issurin 2008).

La periodizzazione “tradizionale”, per il fatto di evidenziare nella visione complessiva un costante calo del volume a favore dell’intensità dell’allenamento, è stata identificata da alcuni autori come “lineare” a partire dal 1994 (Rhea et al. 2002; Wirth e Schmidtbleicher 2007; Apel et al. 2011; Buford et al. 2007; Fleck e Kraemer 1997; Kraemer e Fleck 2007). La Tabella 1 mostra la progressione nei carichi in una periodizzazione di tipo tradizionale ed in una di tipo strettamente lineare.

La Figura 1 e 2 mostrano rispettivamente l’andamento dell’intensità e del volume dei carichi in una periodizzazione di tipo tradizionale ed in una di tipo lineare.

Weeks		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Linear	rep x set	3x13	3x12	3x11	3x10	3x9	3x8	3x7	3x6	3x5	3x4	3x3	3x2
	% 1RM	60%	66%	69%	72%	75%	78%	81%	84%	87%	90%	93%	96%
Traditional	rep x set	4x10	4x8	4x6	4x4	4x9	4x7	4x5	4x3	3x8	3x6	3x4	3x3
	% 1RM	64%	70%	76%	82%	70%	76%	82%	88%	78%	84%	90%	94%

Tabella 1. Progressione dei parametri del carico secondo il modello di periodizzazione lineare e tradizionale.

La visione dell’allenamento proposta da Metveev è stata contestata da Verkhoshansky che ha proposto un modello alternativo per atleti evoluti. Questo prevedeva la pianificazione di periodi di allenamento con obiettivi univoci e carichi concentrati al fine di evitare la condizione di eccessivo affaticamento a cui spesso l’atleta era condotto dai grandi volumi di allenamento generale tipici della periodizzazione tradizionale (Verkhoshansky 1987, 2001, 2006) e delle sue applicazioni in sport come il sollevamento pesi (Medvedev 1986). Questa distribuzione alternativa dei carichi,

denominata periodizzazione “a Blocchi” sarebbe particolarmente utile per atleti di elevata qualificazione (Verkhoshansky 2001; Issurin 2008).

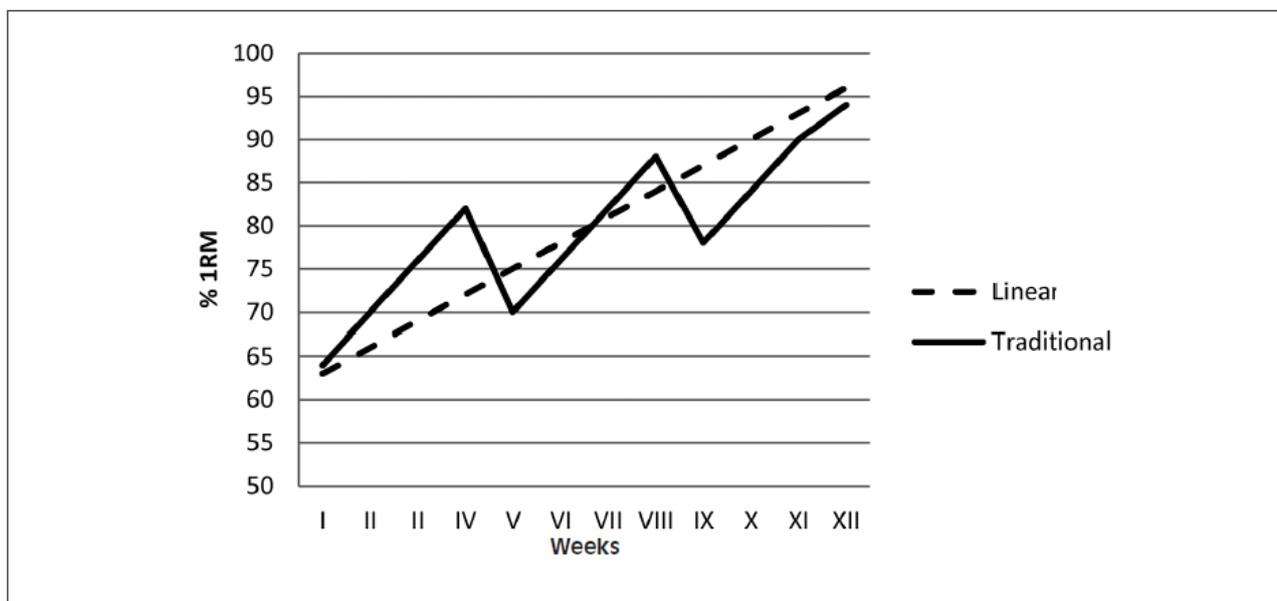


Figura 1. Andamento dell'intensità del carico, espressa in % di 1RM, nel corso di 12 settimane di allenamento secondo il modello di periodizzazione lineare e tradizionale.

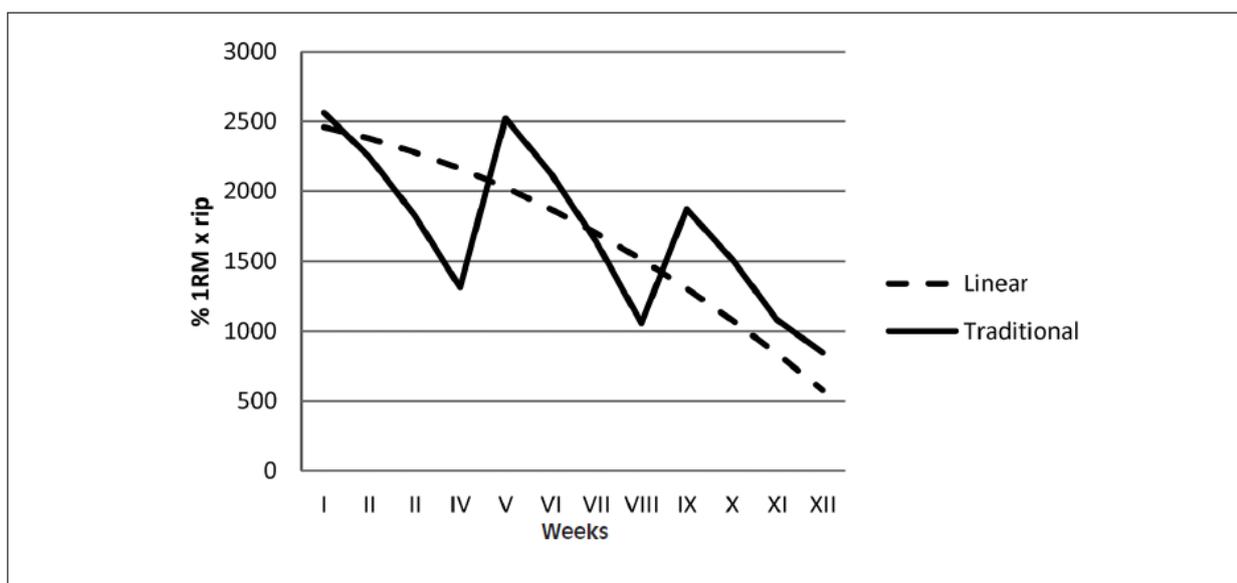


Figura 2. Andamento del volume di allenamento nel corso delle settimane, calcolato come percentuale di 1RM utilizzata per il numero di ripetizioni.

IL METODO A “BLOCCHI” O METODO A SEQUENZA CONIUGATA

Le teorie di Hans Selye sulle risposte adattative non avevano trovato terreno fertile nel modello di periodizzazione di Matveev; esse sono state invece basilari per la definizione del modello a blocchi nel 1979. Le nuove esigenze degli atleti ed il cambiamento dei calendari agonistici a partire dai primi anni '70, (Issurin 2010), ha spinto diversi studiosi e tecnici ad elaborare modelli di allenamento alternativi a quello tradizionale.

Nel 1971 il russo Arosjev aveva proposto una tipologia di periodizzazione caratterizzata dalla continua alternanza fra carico speciale e generale che verrà definita modello a “pendolo” (Tschiene 1985). Successivamente Vorobjev fra il 1974 ed il 1978 (Vorobjev 1974, 1978; Vorobjeva et al. 1978), sviluppò un modello di periodizzazione “a salti” che sarà basilare per la periodizzazione a blocchi di Verkhoshansky nel 1979 (Verkhoshansky 1979).

Verkhoshansky alla fine degli anni '60, aveva introdotto l'allenamento con sovraccarichi nei programmi di saltatori e sprinter russi (Verkhoshansky 1979, 1986). Negli anni successivi la sua attenzione si focalizzò su esercizi di forza che si avvicinassero il più possibile al gesto di gara rendendolo però più allenante. Confermando il ruolo basilare della preparazione speciale nella visione del tecnico russo Kusnezov (1970), il concetto di “forza speciale” acquisì un ruolo di primo piano all'interno del nuovo modello di allenamento proposto da Verkhoshansky (Verkhoshansky 1977, 2006; Siff 2003). L'ampio utilizzo di esercizi di forza riconducibili al gesto tecnico era scarsamente compatibile con la presenza costante della preparazione di tipo generale tipica della periodizzazione tradizionale. La divisione dei contenuti di allenamento e la sistematica separazione fra esercitazioni speciali e generali portò all'elaborazione di un nuovo modello di programmazione che evitasse sovrapposizioni e riducesse il volume di allenamento generale (Turner 2011; Verkhoshansky 1987; Issurin 2008). Il nuovo modello fu adottato rapidamente da diversi tecnici di vari settori sportivi dell'Unione Sovietica (Yessis 2008) e ottenne numerosi successi nel mondo

dell'Atletica Leggera. Il tecnico dei lanci Anatoly Bondarchuck conquistò con i propri atleti i primi tre gradini del podio nel lancio del martello ai Giochi Olimpici di Seoul nel 1988, utilizzando una preparazione caratterizzata da carichi concentrati e dall'utilizzo esteso di esercitazioni di forza speciale (Bondarchuck 2007).

La definizione della "Periodizzazione a Blocchi" (Verkhoshansky 1979, 2001, 2006) risale quindi alla fine degli anni '70. Applicata all'allenamento della forza, essa prevede la focalizzazione su una sola tipologia di forza in ciascun blocco-mesociclo, in modo da saturare le possibilità di adattamento mediante carichi di lavoro molto concentrati (Verkhoshansky 2001).

Le variazioni dei contenuti dell'allenamento possono essere comunque notevoli e frequenti in termini di metodologia utilizzata e tipologia di contrazione muscolare ma devono avere il medesimo obiettivo. Questo viene poi modificato nel corso del macrociclo, stabilendo una successione produttiva fra uno stimolo allenante e l'altro. Per questa caratteristica, parte della letteratura occidentale, partendo dalla traduzione dei testi russi di Verkhoshansky (Verkhoshansky 1977), definisce la periodizzazione a blocchi come modello a Sequenza Coniugata (Rhea et al. 2002; Hoffman 2012; Monteiro et al. 2009).

Il modello a Sequenza Coniugata prevede cicli di 2 - 6 settimane con carichi concentrati definiti mesocicli di accumulo (Issurin 2008, 2010). Gli obiettivi di ciascun blocco sono solitamente l'ipertrofia muscolare, la forza massima e la potenza muscolare. Saturando l'organismo nella possibilità di adattamento con carichi ad indirizzo univoco, si ottiene un momentaneo calo prestativo che viene poi "supercompensato" nei mesocicli successivi nei quali nuovi contenuti di forza genereranno un effetto cumulativo dei carichi di allenamento (Issurin 2008).

Normalmente al termine del primo blocco-mesociclo, nel quale si persegue il fine dell'adattamento anatomico e dell'ipertrofia (Bompa et al. 2003, Bompa e Carrera 2005), si passa all'allenamento univoco della forza massima mediante l'utilizzo di carichi elevati e volumi di allenamento medio-bassi. L'allenamento nel terzo blocco è solitamente costituito da esercitazioni di potenza e da

espressioni di forza tipiche del proprio gesto tecnico (Silvester 2003; Graham 2002). Il concetto di transfer (Bondarchuck 2007), fra carico speciale e performance agonistica è alquanto legato a quello di periodizzazione a blocchi, esso prevede il graduale abbandono delle espressioni di forza che non siano strettamente legate alla specialità praticata e l'adozione di forme più specifiche nelle fasi di realizzazione.

Nel mesociclo di realizzazione, sfruttando gli effetti residui (Issurin 2008, 2010) e ritardati delle fasi precedenti (Rhea et al. 2002; Silvester 2003; Stone et al. 2000) vengono migliorate soprattutto le espressioni dinamiche e sport-specifiche di forza conducendo l'atleta al picco di forma.

Settimana	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Serie x ripetizioni	5x10	5x10	5x10	5x10	5x5	5x5	5x5	5x5	5x6	5x6	5x5	5x5
% 1RM	65	65	68	68	80	80	83	83	65	65	60	60

Tabella 2. Esempio di programma di allenamento secondo la periodizzazione a blocchi.

La Tabella 2 riporta un esempio di programma di forza costituito da 3 blocchi di 4 settimane ciascuno focalizzati rispettivamente sull'ipertrofia, sulla forza massima e sulla potenza muscolare. I grafici 3 e 4 descrivono graficamente una programmazione a blocchi nella quale ciascun mesociclo è separato da quello successivo da una settimana di scarico.

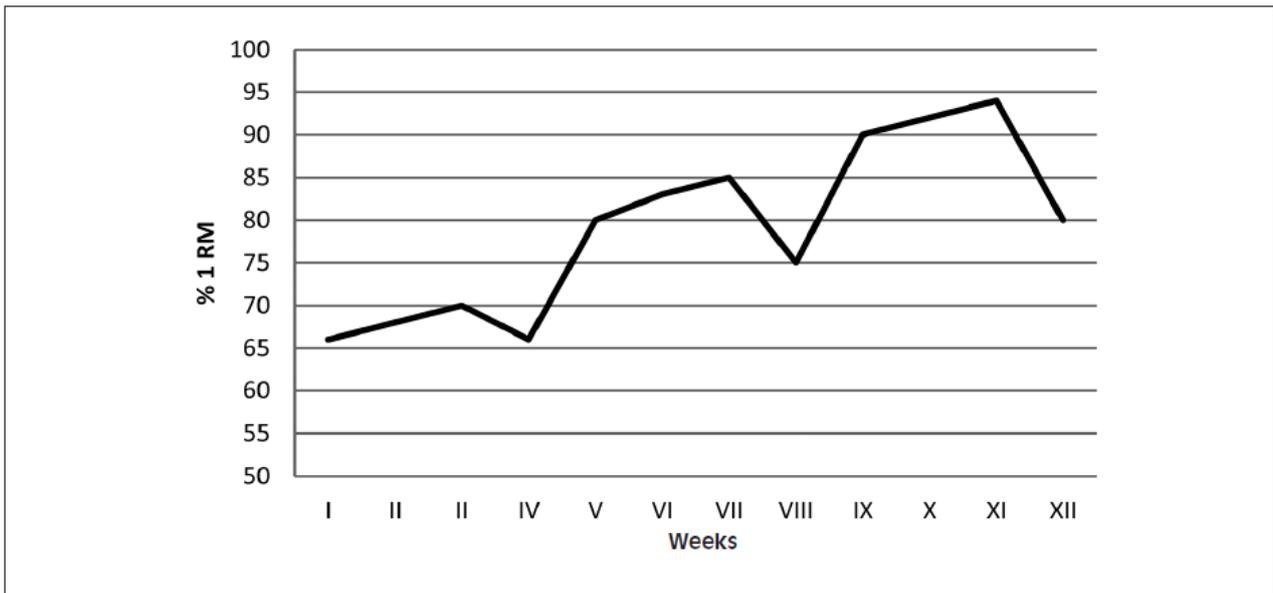


Figura 3. Andamento dell'intensità del carico espressa in % di 1 RM nel corso di 12 settimane di allenamento periodizzato secondo il modello a blocchi.

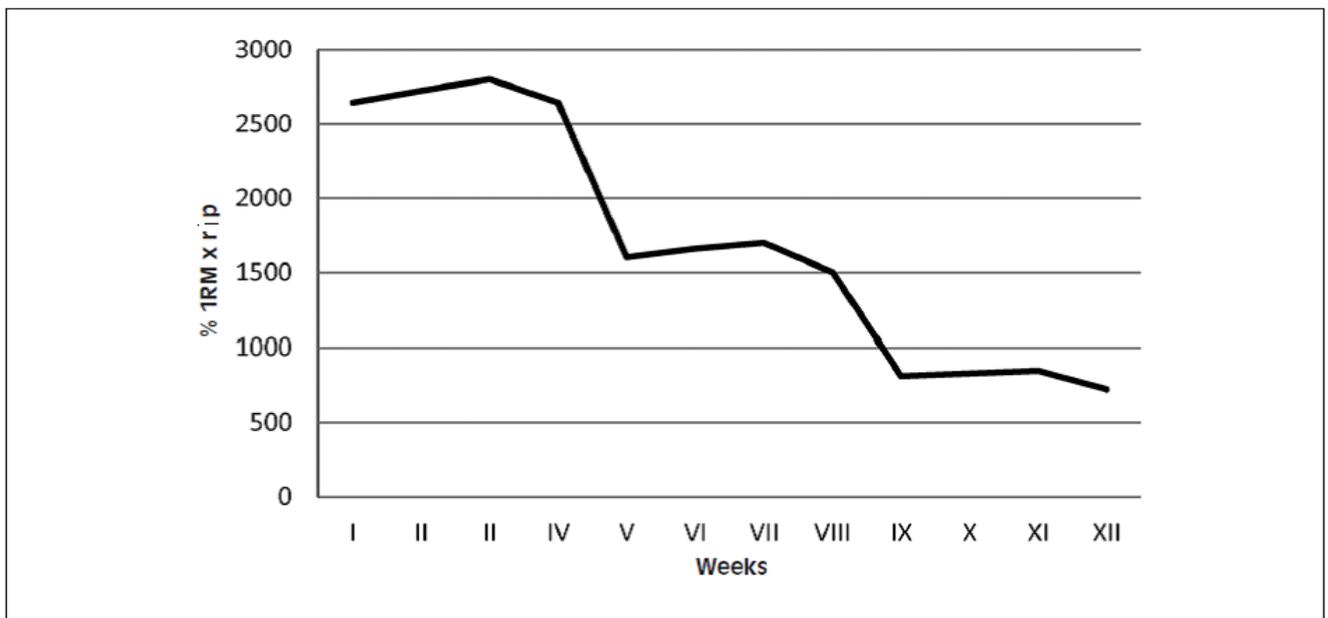


Grafico 4. Andamento del volume di allenamento (calcolato come %1RM x numero di ripetizioni) nel corso di 12 settimane periodizzate secondo il modello a blocchi.

Gli adattamenti evocati attraverso l'allenamento necessitano di un tempo variabile per essere supercompensati ed i loro effetti risultano amplificati nel caso vengano utilizzati carichi di allenamento concentrati ed una successione opportuna dei contenuti (Issurin 2008; Siff 2003).

La possibilità di attivare un effetto cumulativo dell'allenamento mediante l'utilizzo di contenuti in logica successione ed momentaneo calo in alcune performance, rappresenta un concetto chiave della programmazioni a blocchi.

Nella letteratura scientifica e divulgativa nordamericana, la periodizzazione a blocchi viene spesso definita come lineare o tradizionale (Buford et al. 2007; Brown e Greenwood 2005; Hoffman et al. 2003; 2009). Infatti la precoce introduzione di questo modello in Nord America nei primi anni '80 da parte di Stone et al. (Stone et al. 1981) e la sua rapida diffusione nello sport di forza, hanno fatto sì che venisse considerata come la forma classica di periodizzazione e non fosse identificata come metodo a blocchi. Il modello teorico proposto da Stone et al. era stato probabilmente influenzato dai concetti provenienti dall'Europa dell'Est (Hartmann et al. 2009).

La diffusione del modello a blocchi negli sport di forza in nord America fa pensare ad una sostanziale accettazione da parte della letteratura occidentale del concetto di effetto residuo e di carico concentrato anche se non mancano numerose varianti a seconda dell'ambito a cui il modello è stato applicato (Fleck et al. 1996).

La periodizzazione a sequenza coniugata risulta particolarmente indicata per atleti evoluti nell'ambito degli sport di forza (Wirth et al. 2007; Stone et al. 1981; Painter et al. 2012), anche se mancano studi sperimentali che la mettano a confronto con la tipologia tradizionale proposta da Matveev. Diverse ricerche invece hanno confrontato questo modello di periodizzazione con altri caratterizzati da variazioni più frequenti (Hoffman et al. 2003, 2009; Painter et al. 2012).

La divisione e la concentrazione dei carichi nelle fasi di "accumulazione" e l'utilizzo di esercizi di forza speciale nei mesocicli di "realizzazione" sono elementi caratterizzanti della periodizzazione a

blocchi. Questo modello di periodizzazione è tuttora ampiamente utilizzato in numerosi sport dalla elevata componente tecnica.

“DAILY UNDULATING PERIODIZATION” E “WEEKLY UNDULATING PERIODIZATION”

La periodizzazione di tipo “non lineare” si è sviluppata negli Stati Uniti con una concezione diametralmente opposta rispetto a quella a blocchi (Poliquin 1988; Prestes et al. 2009; Fleck e Kraemer 1997; Baker et al. 1994). Poliquin nel 1988 propose il primo modello di periodizzazione dell’allenamento di forza basato su profonde variazioni settimanali in termini di volume ed intensità dell’allenamento (Poliquin 1988).

Questa tipologia di periodizzazione definita anche “Daily Undulating Periodization” (Rhea et al. 2002; Buford et al. 2007; Monteiro et al. 2009) prevede variazioni nelle metodologie utilizzate e nei contenuti dell’allenamento di forza nel corso della settimana. All’interno di ciascun microciclo di allenamento infatti, vengono perseguiti obiettivi differenti attraverso l’allenamento della forza.

La prima applicazione del modello di tipo DUP è stata nel Football Americano agli inizi degli anni ‘80 per consentire il mantenimento di una elevata performance nel corso della lunga stagione agonistica (Kraemer e Fleck 2007). Nella sua versione iniziale la periodizzazione “non lineare” prevedeva due sedute di forza settimanali di carattere differente; la prima rivolta alla forza massima e la seconda alla resistenza alla forza ed all’ipertrofia. Successivi sviluppi hanno portato a tre allenamenti di forza alla settimana a carattere differente. L’ordine delle tre sedute nel corso della settimana (ciascuna rivolta all’ipertrofia, alla forza massima o alla potenza) era variabile. Come illustra la Figura 5, le profonde differenze nel volume e nell’intensità dei carichi utilizzati nelle sedute di potenziamento producono un andamento decisamente ondulatorio.

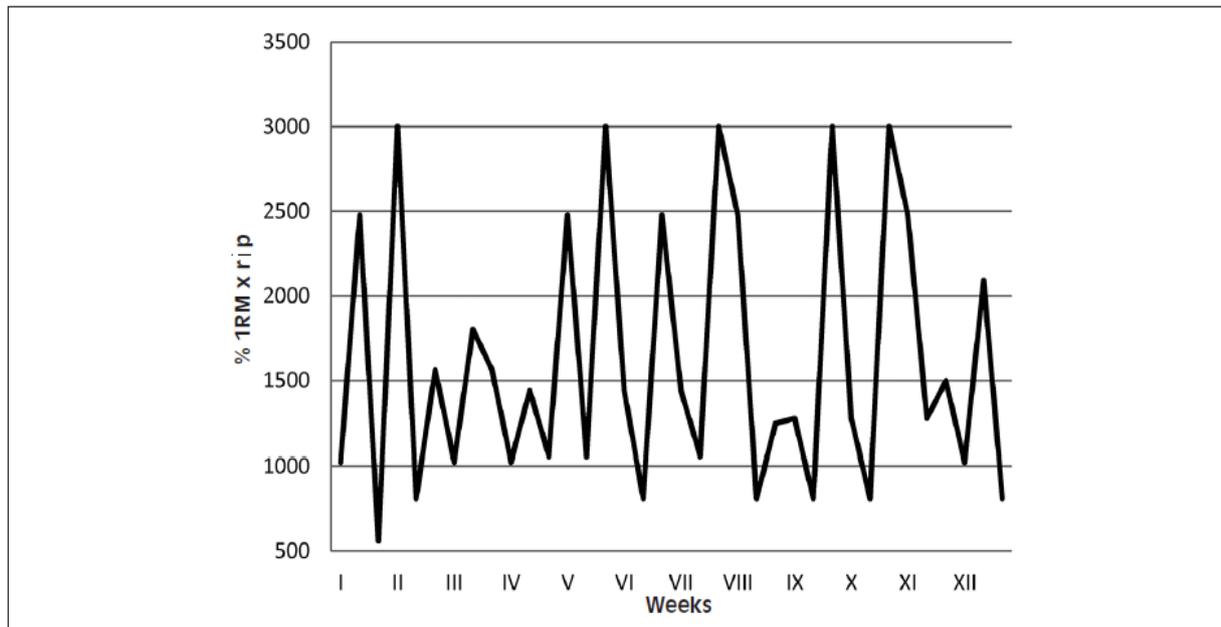


Figura 5. Andamento del volume di allenamento (calcolato come % 1RM x numero di ripetizioni complessivo) nel corso di 12 settimane di allenamento della forza con periodizzazione di tipo DUP.

Utilizzando questo modello di periodizzazione si ricercano adattamenti fisiologici diversi per ciascun allenamento.

Fra il 2001 ed il 2004 ricercatori della Connecticut University hanno sviluppato una tipologia di periodizzazione non lineare con variazioni giornaliere nella quale la successione settimanale degli stimoli veniva stabilita a seconda della condizione dell'atleta al momento dell'allenamento (Kraemer e Fleck 2007). Questa veniva valutata mediante test che non dovevano però influenzare lo svolgimento della seduta di allenamento. A questo fine venivano utilizzati prove di lancio di palloni medicinali, salto in lungo da fermo o prove di potenza alla bench press (Fleck e Kraemer 1997). Questo approccio è stato definito "flessibile" e si adatterebbe meglio alle esigenze psicofisiche dell'atleta soprattutto durante la lunga stagione agonistica tipica di alcuni giochi sportivi.

Diversi studi sperimentali confrontano forme ondulatorie di periodizzazione della forza con altre caratterizzate da ridotte oscillazioni (Hartmann et al. 2009; Baker et al. 1994; Miranda et al. 2011)

ma solo in alcuni casi è stata possibile riscontrare una superiorità di questo metodo sugli altri studiati (Plisk e Stone 2003; Siff 2003). La maggior parte dei lavori sperimentali non ha invece rilevato differenze significative fra i miglioramenti evocati dai diversi modelli di periodizzazione (Baker et al. 1994; Buford et al. 2007; Hartman et al 2009; Hoffman et al. 2009;).

Un'altra forma di periodizzazione non lineare viene denominata WUD (Weekly Undulating Periodization); come la “tradizionale” essa è caratterizzata da variazioni degli obiettivi dell'allenamento di forza su base settimanale (Apel et al. 2011). Tuttavia i diversi contenuti presenti nel programma non hanno necessariamente la sequenza che propone la periodizzazione tradizionale e non si ricerca pertanto un passaggio graduale dal volume all'intensità dei carichi.

Le frequenti variazioni negli stimoli tipiche della programmazione DUP e WUD e l'assenza di monotonia che ne deriva, sono elementi a vantaggio di queste tipologie “non lineari”; secondo Kraemer e Fleck ciò sarebbe vincente in sport caratterizzati da una lunga stagione agonistica, nel fitness e nella riabilitazione (Fleck e Kraemer 1997; Kraemer e Fleck 2007).

ANALISI DEI LAVORI SPERIMENTALI PRESENTI IN LETTERATURA

I concetti fondamentali relativi alla periodizzazione dell'allenamento di forza sono ormai ampiamente diffusi in ambito agonistico e nel fitness. Gli studi sperimentali presenti in letteratura che confrontano diversi modelli di periodizzazione sono poco numerosi.

Le conclusioni a cui giungono i lavori che comparano tipologie differenti di programmazione a programmi non periodizzati (a carico costante nel corso delle settimane) non sono univoche. Alcuni ricerche hanno stabilito una superiorità dell'allenamento di forza periodizzato rispetto a quello non periodizzato in termini di incrementi di forza massima (Apel et al. 2011; Kraemer et al. 2003; Pipes 1978; Stone et al. 2000; Simão et al. 2012). Altri studi sperimentali (Hoffman et al. 2009; Baker et al. 1994) non hanno evidenziato differenze fra periodi di allenamento nei quali le variazioni dei carichi erano periodiche rispetto a programmi a carico costante (definiti non periodizzati).

La Tabella 3 riassume i risultati e le caratteristiche dei principali lavori sperimentali presenti in letteratura. Gli studi che hanno confrontato il modello di periodizzazione tradizionale e quello caratterizzato da più frequenti modificazioni dei contenuti (DUP), hanno evidenziato una maggior efficacia della periodizzazione tradizionale in soggetti scarsamente allenati (Apel et al. 2011).

In sportivi con un grado di allenamento superiore la tipologia di periodizzazione di tipo DUP ha portato a risultati migliori rispetto alla periodizzazione tradizionale (Prestes et al. 2009).

Stone et al. (Stone et al. 2000) hanno confrontato un modello di periodizzazione tradizionale (definito "overreaching" model) ed un modello a blocchi (definito "stepwise" model) utilizzando un campione di maschi allenati, senza rilevare differenze significative fra i due gruppi.

Gli studi che confrontano il modello di periodizzazione a blocchi con un programma non lineare di tipo DUP giungono a conclusioni diverse. Hoffman et al. (2003) e Monteiro et al. (2009) hanno riportato maggiori incrementi di forza utilizzando il modello a blocchi in atleti di sport di potenza durante un macrociclo di allenamento della durata di un anno. Il primo autore in un lavoro

successivo (2009) e altri colleghi (Hartman et al. 2009) non hanno trovato differenze significative fra i due modelli di allenamento in atleti agonisti in seguito a periodi di allenamento di 15 settimane. Simão et al. (2012) hanno riscontrato incrementi di forza minori utilizzando una periodizzazione a blocchi rispetto ad una di tipo DUP in sportivi saltuari.

Il modello strettamente lineare, caratterizzato da un incremento graduale dei parametri del carico nel corso delle settimane, è stato confrontato con una programmazione ondulata da diversi autori. Buford et al. (2007) e Baker et al. (1994) non hanno riscontrato una significativa superiorità della periodizzazione non lineare di tipo DUP o WUD sul modello lineare. I soggetti coinvolti erano moderatamente allenati e di sesso maschile.

La maggior parte degli studi citati precedentemente prevede un periodo di allenamento della durata inferiore alle 15 settimane. Ciò introduce profonde differenze fra i programmi di allenamento utilizzati negli studi sperimentali e quanto avviene sul campo dove la durata dei periodi di allenamento è spesso alquanto superiore.

Riferimento	Modelli di periodizzazione confrontati	Durata del periodo di allenam. (settimane)	Numero di sedute settimanali	Numero di soggetti / sesso	Qualificazioni dei soggetti	Valutazioni effettuate	Risultati
Apel et al. (2011)	tradizionale - WUD -non periodizzato	12	4	42 maschi	sportivi saltuari	Forza massima: Squat, panca piana, leg extension, shoulder press.	La periodiz. tradizionale consente miglioramenti maggiori
Baker et al. (1994)	linear - DUP - non periodizzata	12	4	30 maschi	sportivi saltuari	Forza massima: panca piana, squat.	Non si sono evidenziate differenze significative fra i tre programmi di allenamento
Buford et al. (2007)	tradizionale - a blocchi	9	3	20 maschi 10 femmine	sportivi saltuari	Forza massima: panca piana, leg press	Non si sono evidenziate differenze significative fra i due modelli di periodizzazione
Kraemer et al. (2003)	DUP - non periodizzato	36	3	30 femmine	tennistesse agoniste	Handgrip, panca piana, leg press, vertical jump, parametri ormonali	La periodizzazione DUP ha consentito incrementi maggiori nei parametri della forza
Hoffman et al. (2009)	a blocchi - DUP - non periodizzata	15	4	51 maschi	atleti di forza e potenza agonisti	Vertical jump, seated shot put. Forza massima: panca piana, squat.	Non si sono evidenziate differenze significative fra i due modelli di periodizzazione
Hoffman et al. (2003)	a blocchi - DUP	1 anno	2	28 maschi	atleti di forza e potenza	Forza massima: panca piana, squat	La periodizzazione a blocchi ha portato a incrementi maggiori
Monteiro et al. (2009)	a blocchi (lineare) - DUP - non periodizzato	12	4	27 maschi	sportivi saltuari	Massa grassa. Forza massima: panca piana, leg press	La periodizzazione di tipo DUP ha consentito incrementi maggiori
Prestes et al. (2009)	tradizionale - DUP	12	4	40 maschi	sportivi allenati	Forza massima: panca piana, leg press, arm curl	La periodizzazione di tipo DUP ha consentito incrementi maggiori

Tabella 3. Confronto fra i principali lavori sperimentali presenti in letteratura riguardanti la periodizzazione dell'allenamento di forza.

CONSIDERAZIONI SULLA LETTERATURA.

Dallo studio della letteratura emerge che la successione degli obiettivi dell'allenamento della forza che vengono perseguiti nel corso del programma di allenamento e la base temporale nella quale essi avvengono, definiscono i diversi modelli di periodizzazione (Tabella 4).

La periodizzazione a blocchi prevede variazioni degli obiettivi ad intervalli di tempo di 2 a 4 settimane; periodo che costituisce un blocco nel quale si persegue uno stesso obiettivo con numerosi metodi di allenamento diversi accomunati dal medesimo scopo. A fronte di un obiettivo ben definito nel mesociclo, vi sono profondi cambiamenti da un mesociclo all'altro in modo da creare un'interazione positiva fra ogni fase e la successiva. Il passaggio da un blocco all'altro comporta quindi un cambiamento drastico nei contenuti con l'obiettivo di ottenere ulteriori adattamenti da parte dell'atleta.

La periodizzazione lineare, la tradizionale e la WUD, hanno in comune cambiamenti nei contenuti dell'allenamento su base settimanale. La visione tradizionale si differenzia da quella strettamente lineare per la presenza di settimane di scarico posizionate al termine del mesociclo e per un andamento ondulatorio sia nella visione annuale che mensile.

La programmazione tradizionale si differenzia dalla WUD per la successione dei contenuti di allenamento. Anche se in entrambe si assiste ad un cambiamento negli obiettivi dell'allenamento su base settimanale, il modello tradizionale prevede un passaggio graduale dal volume all'intensità all'interno del mesociclo. Nella WUD questo non avviene ed i cambiamenti da un obiettivo all'altro non rispecchiano necessariamente la successione tipica dei periodi fondamentali della periodizzazione tradizionale.

La periodizzazione di tipo DUP è caratterizzata da variazioni degli obiettivi dell'allenamento di forza su base giornaliera. Sedute di allenamento diverse nella stessa settimana hanno indirizzi differenti

mediati da diverse intensità, volume e tempi di recupero. Gli obiettivi sono quindi multipli all'interno del medesimo microciclo inteso come settimana di allenamento (Tabella 4).

La flessibilità nella programmazione costituisce un'ulteriore evoluzione della DUP, sviluppato dal 2001 al 2004 in Nord America. Questo modello viene tuttora utilizzato in diversi ambiti sportivi.

Una classificazione chiara dei vari modelli di periodizzazione dell'allenamento di forza su base metodologica facilita la comprensione della letteratura scientifica in materia e la corretta applicazione sul campo dei concetti che le caratterizzano.

I lavori sperimentali presenti in letteratura riportano risultati migliori utilizzando programmi di allenamento periodizzato rispetto a programmi a carico costante definiti non periodizzati.

Ad oggi non è possibile invece stabilire una assoluta supremazia di un modello di periodizzazione dell'allenamento di forza sugli altri. Molto dipende dalle caratteristiche dei partecipanti agli studi e dalla durata dei programmi di allenamento.

	Frequency of change in the goals of strength training	Mesocycle goals	Microcycle goals	Subjects' fitness level
Linear	Mesocycle	Multiple	Single	Low to medium
Traditional	Mesocycle	Multiple	Single	Low to high
Block	Macrocycle	Single	Single	High
DUP	Microcycle	Multiple	Multiple	Intermediate
WUP	Mesocycle	Multiple	Single	Intermediate

DUP: daily undulating periodization; WUP: weekly undulating periodization.

Tabella 4. Caratteristiche riassuntive dei diversi modelli di periodizzazione dell'allenamento della forza.

PARTE II. Confronto fra Periodizzazione Tradizionale e a Blocchi per l'allenamento della forza in atleti maschi.

INTRODUZIONE

La periodizzazione dell'allenamento della forza, come riportato precedentemente, è stata utilizzata in modo estensivo negli ultimi decenni per ottimizzare il processo di allenamento, evitare stagnazioni nella crescita prestativa degli atleti ed evitare il sovrallenamento.

Nonostante si possano reperire diversi testi e articoli riguardanti le basi teoriche e metodologiche della periodizzazione, sono rari gli studi sperimentali che mettano a confronto le diverse tipologie di distribuzione dei carichi di allenamento della forza con l'altra. Risultano ancora meno numerose le ricerche che hanno utilizzato atleti di forza e potenza come partecipanti (Hoffman et al. 2009; Hoffman et al. 2003; Kraemer et al. 2003). Alcuni di questi studi hanno confrontato la periodizzazione di tipo lineare o a blocchi con modelli ondulatori o non lineari (Harris et al. 2000; Painter et al. 2012; Prestes et al. 2009; Rhea et al. 2002) ma nessuno è stato in grado di stabilire una netta superiorità di un modello di programmazione sull'altro.

Non vi sono inoltre lavori scientifici che abbiano monitorato i parametri ormonali nel corso di mesocicli di allenamento di forza periodizzati. Questo risulta abbastanza sorprendente se si considera che uno delle funzioni primarie della periodizzazione nell'allenamento degli atleti, è quello di minimizzare il rischio di overtraining e i parametri endocrini potrebbero fornire informazioni preziose per evitare la sindrome da sovrallenamento (Fry e Kraemer 1997).

Le differenti distribuzioni dei carichi di allenamento di forza tipiche della periodizzazione tradizionale e di quella a blocchi, potrebbero indurre l'atleta ad adattamenti metabolici ed endocrini

differenti, con profonde ripercussioni sugli aspetti prestativi. Le variazioni nei livelli di testosterone e cortisolo dovute all'allenamento, hanno un ruolo nel metabolismo proteico durante il recupero fra un allenamento e l'altro. La concentrazione salivare di questi ormoni è ritenuta altamente correlata con la frazione libera dell'ormone presente nel plasma (Umeda et al. 1981; Vittek et al. 1985). Alcuni studi hanno utilizzato la saliva per quantificare la risposta ormonale all'allenamento (Beaven et al. 2008; Crewther et al. 2008; Kraemer et al. 2001; Lusa Cadore et al. 2009) con il vantaggio rispetto al plasma di poter studiare le risposte endocrine in situazioni nelle quali l'atleta e l'allenatore sarebbero restii a consentire pratiche diagnostiche più invasive come il prelievo ematico. Numerosi studi hanno dimostrato la validità della misura del testosterone e del cortisolo nella saliva per valutare le variazioni circadiane degli ormoni e le conseguenze endocrine dell'allenamento (Crewther et al. 2010; McGuigan et al. 2004). Questi studi suggeriscono anche come la saliva possa essere più sensibile del plasma nel riflettere cambiamenti endocrini.

Le ricerche che indagano i cambiamenti ormonali dovuti all'allenamento con prelievi di saliva sono limitati. Kraemer e colleghi (2001) non hanno riportato alterazioni del ritmo circadiano del testosterone nel corso delle 16 ore successive all'allenamento di forza. In modo analogo, Beaven e colleghi (2008) non hanno riscontrato alterazioni significative nei livelli di testosterone e cortisolo in corrispondenza di 4 tipologie diverse di sedute di allenamento della forza in giocatori di rugby di alto livello. Crewther e colleghi (2008), invece, hanno riportato incrementi nel testosterone salivare significativamente maggiori in seguito ad allenamenti rivolti all'ipertrofia rispetto a sedute finalizzate alla forza massima ed alla potenza. Anche Lusa Cadore e colleghi (2009) hanno riscontrato incrementi superiori nei livelli di testosterone salivare misurato al termine di un allenamento di forza in soggetti esperti, rispetto a neofiti. La maggior parte di questi studi sperimentali tuttavia, era focalizzata alle variazioni ormonali acute indotte dall'allenamento e nessuno studio ad oggi ha monitorato la risposta ormonale a programmi di allenamento di forza prolungati e periodizzati.

Considerando le carenze nella letteratura scientifica riguardanti questo aspetto ed in particolare la mancanza di studi che confrontino la periodizzazione tradizionale e quella a blocchi in atleti di forza e potenza anche in relazione agli aspetti endocrini, lo scopo del presente studio sperimentale è proprio quello di confrontare gli effetti di queste due tipologie di periodizzazione su atleti evoluti in un periodo di allenamento di 15 settimane.

SCOPI DELLA RICERCA

L'obiettivo della ricerca è quello di confrontare gli effetti di un programma di allenamento della durata di 15 settimane periodizzato secondo il modello tradizionale o secondo quello a blocchi sui parametri di forza massima, potenza e massa muscolare in un campione di atleti di forza e potenza.

Inoltre sul versante biologico lo scopo è quello di monitorare i livelli basali di testosterone e cortisolo degli atleti partecipanti allo studio ed evidenziare effetti acuti delle varie tipologie di allenamento sulle concentrazioni di questi ormoni a livello salivare.

Le valutazioni intermedie dei parametri prestativi e antropometrici sono finalizzate al monitoraggio degli effetti dei diversi mesocicli e dei diversi contenuti di allenamento sui partecipanti allo studio.

IPOTESI DI RICERCA

L'ipotesi di ricerca è che attraverso la periodizzazione a blocchi si possano raggiungere risultati migliori rispetto a quelli ottenibili con una di tipo tradizionale in un campione composto da atleti con esperienza nel potenziamento muscolare.

Per quanto concerne i parametri endocrini è presumibile che la periodizzazione a blocchi, attraverso un effetto cumulativo dei contenuti dell'allenamento possa portare ad un aumento dei valori basali di testosterone nell'ultima fase di allenamento.

Riguardo agli effetti acuti delle varie tipologie di allenamento della forza sui parametri ormonali, si ipotizza che allenamenti caratterizzati da un alto volume di allenamento comportino un aumento dei livelli di testosterone in linea con quanto sostenuto da buona parte della letteratura nordamericana.

In merito alle valutazioni intermedie dei parametri prestativi, con riferimento particolare al gruppo che utilizza il programma a blocchi, ci si aspetta un calo prestativo, o quantomeno una stagnazione nella performance, in seguito ai carichi concentrati di ipertrofia.

Gli incrementi nella performance dovrebbero poi manifestarsi nelle fasi finali del programma, favorite da una notevole riduzione del volume di allenamento della forza e dell'effetto ritardato dei carichi precedenti.

Nel gruppo con programma di tipo tradizionale invece, ci si aspetta un calo di performance meno evidente in seguito ai carichi di allenamento rivolti all'ipertrofia ed una crescita prestativa più graduale nel corso del periodo di allenamento.

METODI

I partecipanti al presente studio, atleti allenati alla forza da almeno 3 anni, sono stati divisi in modo randomizzato in due gruppi sperimentali. Il primo ha svolto un programma di allenamento della forza periodizzato secondo il modello tradizionale (TP). Il secondo ha invece seguito il modello a blocchi (BP). Entrambi i programmi prevedevano il sollevamento dello stesso volume di carico complessivo nel corso delle 15 settimane, ma una diversa distribuzione di essi nel corso dei 3 mesocicli previsti. Tutti i partecipanti sono stati testati sui parametri di forza massima, potenza e misure antropometriche prima di cominciare il programma di allenamento e al termine di esso. Ai partecipanti non è stato consentito di partecipare ad ulteriori allenamenti e competizioni nel corso dello studio. I prelievi di saliva sono stati raccolti immediatamente prima e subito dopo 6 sedute di allenamento.

Partecipanti

Il campione di partecipanti al presente studio era costituito da 25 atleti di forza e potenza, che svolgevano almeno 3 allenamenti alla settimana da almeno 3 anni. Tutti i partecipanti svolgevano attività agonistica in sport come Rugby, Atletica Leggera (lanci) o Football Americano (Campionato Italiano). Gli atleti sono stati divisi con procedura randomizzata in due gruppi: il primo gruppo ha utilizzato una programmazione a blocchi (BP; n = 14; età = $24,2 \pm 3,1$ anni; peso = $78,5 \pm 11,0$ kg; altezza = $177,6 \pm 4,9$ cm) mentre il secondo gruppo (TP; n = 11; età = $25,9 \pm 5,8$ anni; peso = $80,1 \pm 12,8$ kg; alt. = $179,4 \pm 4,5$ cm) ha utilizzato una periodizzazione di tipo tradizionale. Tutti i partecipanti hanno siglato un documento di consenso informato e lo studio è stato approvato dal comitato etico dell'Università di Bologna.

Protocolli di allenamento

Il programma di allenamento TP e quello BP erano composti dagli stessi esercizi di muscolazione riportati nella Tabella 1, relativi alle quattro sedute settimanali previste.

Lunedì	Martedì	Giovedì	Venerdì
Distensione su panca piana.	Squat	Panca inversa	Distensione su panca
Distensione su panca piana con manubri	Pressa	Lat machine	inclinata
Dips	Leg extension / leg curl	Trazioni alla sbarra	Rematore
French press	Lento avanti	Panca inversa con manubri	Alzate laterali con busto
Tricipiti pull down	Tirata alta	Bicipiti con manubri in stazione eretta	inclinato
	Alzate laterali	Panca Scott	Bicipiti in iperestensione su panca inclinata
			Curl in stazione eretta

Tabella 1. Esercizi di muscolazione in entrambi i programmi di allenamento.

Entrambi i protocolli prevedevano 4 allenamenti alla settimana e lo stesso volume di allenamento complessivo calcolato attraverso la seguente equazione:

$$\text{volume complessivo (u.a.)} = \%1RM \times n. \text{ serie} \times n. \text{ ripetizioni} \times n. \text{ esercizi}$$

La differenza fra il programma BP e TP consisteva nella distribuzione del volume di allenamento nel corso dei mesocicli. I partecipanti erano incoraggiati ad aumentare i carichi utilizzati negli esercizi di forza se riuscivano a raggiungere agevolmente il numero di ripetizioni previsto.

Gli atleti registravano i carichi utilizzati in un apposito diario che veniva poi controllato da un operatore. Il programma TP consisteva in mesocicli di 5 settimane ciascuno, caratterizzati da un volume di allenamento decrescente ed un incremento dell'intensità misurata come percentuale di 1RM. In ciascun mesociclo l'obiettivo dell'allenamento passava dall'ipertrofia alla forza massima ed alla potenza muscolare. Poiché il periodo terminale di ciascun mesociclo prevedeva un basso volume di allenamento mentre la prima settimana del mesociclo successivo ne prevedeva uno molto alto, l'andamento nel carico risultava tipicamente ondulatorio (vedi Figura 1).

Nella prima settimana di ciascun mesociclo i partecipanti del gruppo TP svolgevano 5 serie da 8 – 10 ripetizioni utilizzando il 65 – 75% di 1RM con un tempo di recupero fra le serie inferiore ai 2 minuti. Nella seconda settimana di ciascun mesociclo, gli atleti effettuavano 5 serie da 5 – 6 ripetizioni con il 75 – 85% di 1RM. Durante la terza settimana il carico veniva incrementato all'85 – 95% di 1RM, il numero di ripetizioni scendeva a 3 – 4 mentre il numero di serie rimaneva il medesimo (5). Nella quarta settimana l'allenamento era focalizzato alla potenza muscolare ed i carichi utilizzati scendevano al 50 – 60% di 1RM, i tempi di recupero erano completi e veniva ricercata la massima velocità di contrazione muscolare ed il massimo intento esplosivo.

Il programma BP consisteva anch'esso in tre mesocicli da 5 settimane ciascuno. Il primo blocco/mesociclo era caratterizzato da un alto volume di allenamento e da una intensità media, così da ricercare adattamenti in direzione dell'ipertrofia. Questo blocco costituiva tipicamente la fase di accumulo della periodizzazione a blocchi, i carichi utilizzati erano del 65 – 75% di 1RM ed il numero di ripetizioni compreso fra 6 e 10.

Il secondo blocco era finalizzato all'aumento della forza massima mediante l'utilizzo di carichi elevati, il volume di allenamento era inferiore mentre l'intensità alquanto elevata. I carichi utilizzati in questa fase variavano dall'80 al 95% di 1RM ed il numero di ripetizioni da 1 a 6.

Il terzo blocco mirava invece al miglioramento della performance di potenza muscolare mediante l'utilizzo di carichi medio bassi (50 – 65% di 1RM) e velocità di contrazione massimale. La

distribuzione dei carichi nel programma a blocchi è riportato nella Figura 2. La quinta settimana di ciascun mesociclo era dedicata al recupero in entrambe le programmazioni; venivano pertanto svolte solamente 3 sedute di allenamento e 3 serie da 10 ripetizioni con il 60% di 1RM.

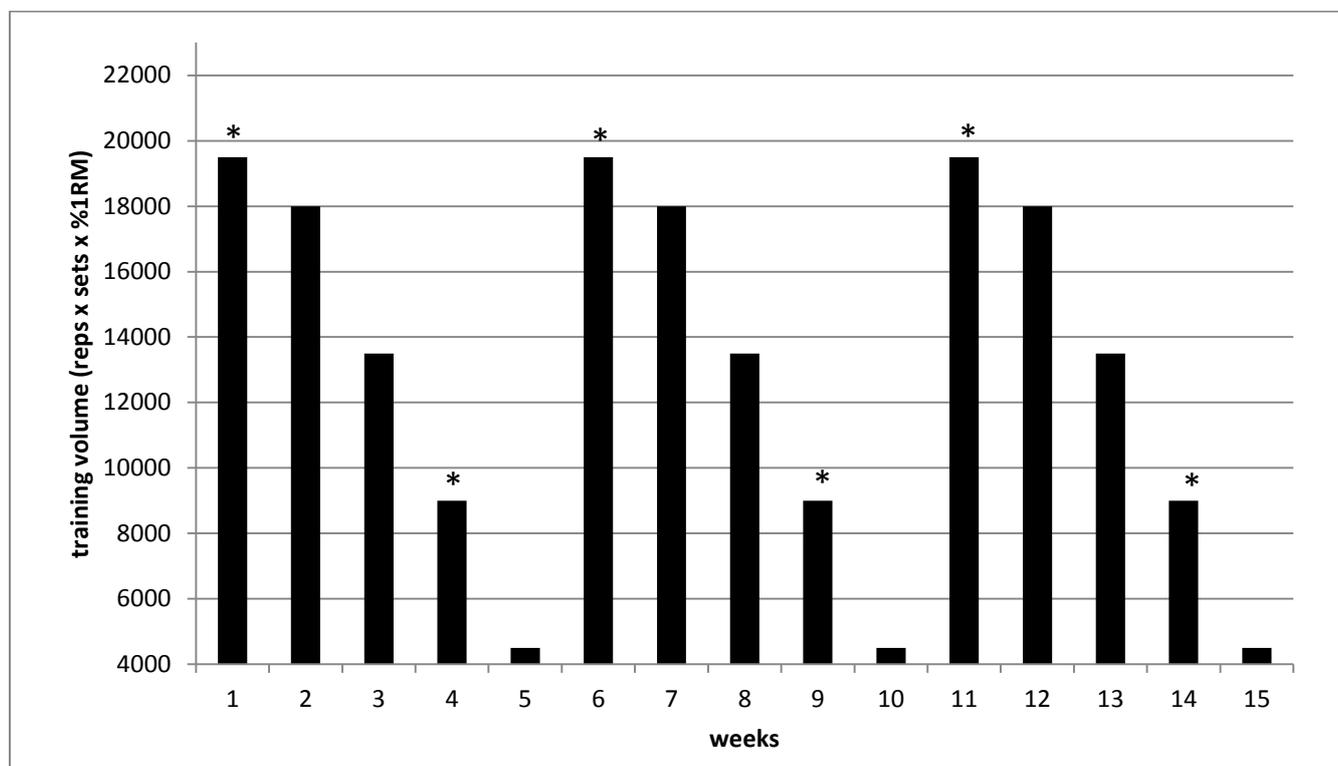


Figura 1. Distribuzione dei carichi di allenamento nel gruppo TP. * indica il prelievo di saliva effettuato nella prima seduta di allenamento della settimana.

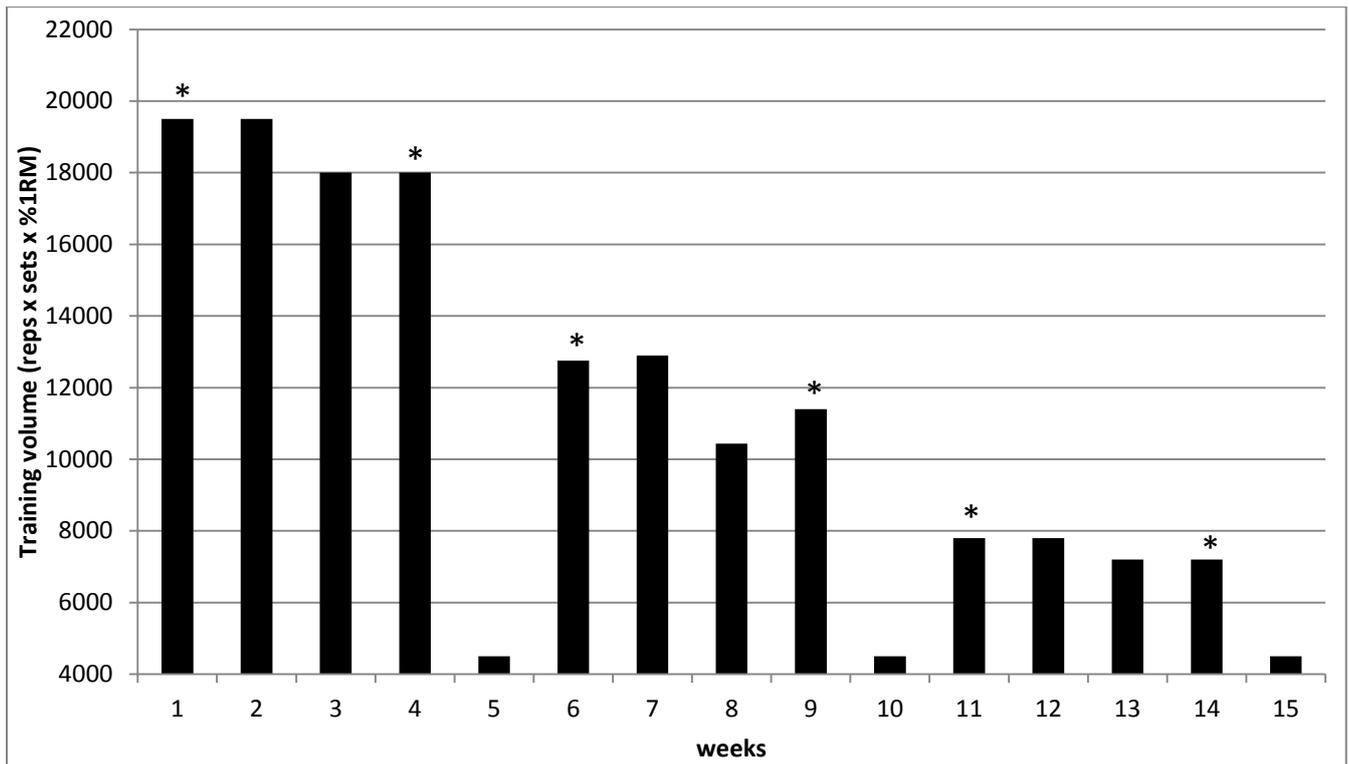


Figura 2. Distribuzione dei carichi di allenamento nel gruppo BP. * indica il prelievo di saliva effettuato nella prima seduta di allenamento della settimana.

Tutti i partecipanti sono stati sottoposti a prove di forza massima e potenza e sono state rilevate le misure antropometriche prima di cominciare il programma di allenamento (PRE) e dopo le 15 settimane di allenamento (POST). Tutte le valutazioni di forza sono state effettuate dopo quelle di potenza così da minimizzare l'influenza dell'una sull'altra.

Nel corso di tutte le settimane di scarico di ciascun mesociclo di allenamento sono state effettuate valutazioni intermedie dei parametri prestativi (test di forza e potenza) in modo da evidenziare gli effetti delle varie tipologie di allenamento con sovraccarichi diversi. In corrispondenza della quinta settimana e della decima sono state pertanto effettuate valutazioni intermedie (definite rispettivamente T1 e T2).

I dati relativi a queste valutazioni saranno trattati in un apposita sezione dei risultati. I test delle sessioni intermedie sono stati gli stessi utilizzati prima e dopo l'intero ciclo di allenamento.

Valutazioni di forza e potenza

Durante ciascuna sessione di test, i partecipanti hanno effettuato una prova di massima forza isometrica nell'esercizio di squat. Per realizzare questa prova è stato utilizzato un dinamometro

isometrico (Globus Iso Control; Globus Inc., Treviso, Italy) ed una smith machine con bilanciere bloccato. L'angolo di flessione del ginocchio durante la prova era di 90° fra femore e tibia (mezzo squat). Il protocollo di valutazione prevedeva anche un test di forza (1RM) massima nella distensione su panca piana con contrazione concentrica, svolto ad una Smith machine. La prova prevedeva lo svolgimento di una singola ripetizione con carico incrementale partendo da una base di 30 kg e incrementando di 10 kg alla volta. Ciascuna ripetizione, intervallata da un recupero completo, doveva essere effettuata con intento esplosivo.

Mediante un encoder lineare a filo collegato al bilanciere (Globus real Power; Globus Inc.), sono stati misurati i valori di potenza espressa con ciascun carico utilizzato fino al raggiungimento del valore massimale ed è stata ricostruita la curva forza – potenza. Con metodo trapezoidale basato su integrali, è stata poi calcolata l'area al di sotto della curva (AUC) come parametro riassuntivo di espressione di potenza del soggetto. Sono stati anche riportati i valori di massima potenza espressa da ciascun partecipante e il carico utilizzato per ottenerlo in percentuale di 1RM. Il coefficiente di correlazione intraclasse è stato di 0,95 (SEM: 4,66 kg) per il massimale nella distensione su panca piana e di 0,95 (SEM: 7,90 kg) per lo squat isometrico.

I partecipanti sono stati anche sottoposti a prove di salto, valutate attraverso pedana di contatto (Globus Ergo Jump; Globus Inc.). Ai partecipanti sono state descritte le prove e sono stati incoraggiati a raggiungere la massima altezza di salto. Il test di squat jump (SJ) è stato effettuato partendo dalla posizione di accosciata con le mani ai fianchi. Nel counter movement jump (CMJ) la posizione di partenza era quella eretta e la contrazione concentrica era preceduta dalla fase eccentrica che prevedeva la flessione degli arti inferiori. Ciascun atleta ha svolto 3 prove per ogni tipologia di salto. Il coefficiente di correlazione intraclasse è stato di 0,87 (SEM, 2,20 cm) per lo SJ e di 0,89 (SEM, 2,34 cm) per il CMJ.

Valutazioni antropometriche

I parametri antropometrici che sono stati misurati prima e dopo il periodo di allenamento comprendevano il peso corporeo e l'altezza, la massa magra, la massa grassa e le principali circonferenze corporee. Il peso corporeo è stato misurato con uno scarto di 0,1 kg (Seca Medical, Birmingham, UK). La densità corporea e la massa grassa sono state calcolate attraverso la misurazione della pliche, secondo il metodo di Jackson e Pollock (Jackson e Pollock 1978). A questo scopo è stato utilizzato un plicometro Lange (Lange, Cambridge Scientific Industries, Cambridge, MD). Gli stessi operatori hanno svolto le misurazioni in tutte le sessioni di test.

L'area muscolare dell'arto superiore (AMA) è stata stimata sulla base delle circonferenze e delle pliche misurate attraverso la seguente equazione (Heimsfield et al. 1982):

$$AMA (cm^2) = [(middle-arm circumference - \pi \times mid-arm skinfold)^2 / 4 \pi] - 10$$

La circonferenza dell'arto superiore veniva misurata a metà fra l'acromion e l'olecrano dell'ulna dell'arto sinistro. La plica corrispondente veniva misurata sulla parte posteriore del braccio allo stesso livello utilizzato per la misurazione della circonferenza.

Per stimare l'area muscolare dell'arto inferiore (TCSA) è stata utilizzata la seguente equazione (Housh et al. 1995):

$$TCSA (cm^2) = (4.68 \times mid-thigh circumference in cm) - (2.09 \times anterior thigh skinfold in mm) - 80.99$$

La circonferenza della coscia e la plica relativa venivano misurate a metà fra la cresta iliaca antero superiore ed il margine superiore della patella nell'arto sinistro. Il coefficiente di correlazione intraclasse è risultato di 0,94 (SEM: 0,94) per l'AMA e di 0,90 (SEM : 5,00) per la TCSA.



Un momento della misurazione delle pliche adipose al fine della stima della massa grassa e di quella magra in un atleta.

Analisi della saliva

I campioni di saliva sono stati raccolti prima ed immediatamente dopo 6 diverse sedute di allenamento. Due di queste sedute erano focalizzate sull'ipertrofia muscolare, gli atleti effettuavano 6 serie da 10 ripetizioni con il 70% di 1RM ed 1 minuto di recupero fra le serie.

Altre due sedute di allenamento avevano come obiettivo la forza massima ed i partecipanti dovevano completare 5 serie da 3 ripetizioni con il 90% di 1RM ed un tempo di recupero di 3 minuti fra le serie. Le altre due sedute erano focalizzate sulla potenza muscolare ed erano previste 5 serie da 6 ripetizioni con il 55% di 1RM eseguite con intento esplosivo e massimo impegno. I tempi di recupero fra le serie erano di 3 minuti.

Gli allenamenti nei quali veniva effettuata la raccolta della saliva, erano composti dai seguenti esercizi svolti nell'ordine riportato con bilancieri liberi: squat, panca piana, panca inclinata, panca inversa. Tutti i partecipanti hanno eseguito le sedute di allenamento alla stessa ora del giorno, cominciando alle ore 16. Ai partecipanti non era consentito di ingerire nient'altro che acqua 2 ore prima del prelievo di saliva. Durante l'allenamento, agli atleti non era consentito di mangiare alcun cibo e bere alcuna bevanda oltre all'acqua. La saliva è stata raccolta in appositi contenitori sterili ed è stata depositata a -20°C fino al momento dell'analisi.

I livelli di cortisolo e testosterone sono stati misurati utilizzando la tecnologia ELISA (enzyme-linked immunoassorbent assay; DRG, Marburg, Germany). Prima dell'analisi, i campioni sono stati centrifugati a 110 rpm per 6 minuti alla temperatura di 4°C.

Il coefficiente di variazione inter-assay è risultato del 6,64 % e del 7,60 % rispettivamente per il cortisolo ed il testosterone, mentre il CV intra-assay è stato del 2,61 % e dell' 8,16 % rispettivamente per il cortisolo ed il testosterone. I valori sono stati letti per mezzo di uno spettrofotometro Wallace Victor2, 1420 Multilabel Counter. Tutti gli ormoni sono stati analizzati nella stessa serie per evitare variazioni fra i campioni.



Un momento dell'analisi della saliva per quantificare i livelli di testosterone e cortisolo in essa presenti.

Analisi statistica

Per verificare la distribuzione normale dei dati è stato utilizzato il test di Shapiro-Wilk.

I dati relativi ai parametri prestativi ed antropometrici sono stati analizzati utilizzando un'analisi della varianza (ANOVA) a due vie [(gruppo (BP x TP) x Time (PRE vs POST))] con misure ripetute.

I dati relativi alle valutazioni intermedie di forza e potenza effettuate dopo ciascun mesociclo di allenamento, sono stati analizzati separatamente per i due gruppi, attraverso misure ripetute di analisi della varianza ad una via. Nel caso di effetti significativi è stato utilizzato un test di Bonferroni come post-hoc.

L'analisi della varianza a una via è stata utilizzata per confrontare i valori medi di concentrazione ormonale nella saliva di ciascun gruppo, misurati prima e dopo ciascuna seduta di allenamento. In caso di interazioni significative fra i due gruppi, sono stati effettuati *t*-test ripetuti per dati appaiati con correzione di Bonferroni come post-hoc. Il partial eta squared (η^2_p) è stato utilizzato come indice di effect size (ES). Come proposto da Stevens (2002) 0,01; 0,06; e 0,14 sono stati interpretati rispettivamente come piccolo, medio e grande effect size. Il livello di significatività è stato impostato per $p \leq 0,05$. Quando appropriato, i cambiamenti percentuali fra PRE e POST sono stati calcolati come segue: $(\text{media PRE} - \text{media POST}) / (\text{media POST}) \times 100$.



Misurazione della potenza espressa nella distensione su panca piana mediante encoder lineare.

RISULTATI

Valutazioni prestantive

I risultati relativi ai test di forza e potenza nei due gruppi sono riportati nella Tabella 2.

	Gruppo BP PRE	Gruppo BP POST	Gruppo TP PRE	Gruppo TP POST
Forza massima isometrica (kg)	134,36 ± 30,7	140,93 ± 34,1	125,58 ± 45,0	134,47 ± 40,5
Panca Piana 1RM (kg)	102,86 ± 20,2	110,0 ± 19,2	97,27 ± 22,4	99,09 ± 24,3
AUC (au)	29177,14 ± 12154,8	33849,29 ± 11089,7	27300,90 ± 14320,8	28894,54 ± 14784,5
Picco di potenza (w)	455,0 ± 114,2	498,86 ± 78,20	425,63 ± 107,5	439,09 ± 102,4
Picco di potenza (% di 1RM)	60,0 ± 11,5	53,92 ± 12,8	58,1 ± 8,6	62,54 ± 8,9
CMJ (cm)	44,06 ± 6,3	45,23 ± 6,0	46,06 ± 8,2	47,5 ± 8,5
SJ (cm)	40,56 ± 5,2	42,33 ± 5,4	41,90 ± 8,0	42,53 ± 7,8

Tabella 2. Valutazioni prestantive prima e dopo il periodo di allenamento nei due gruppi.

Un significativo effetto principale è stato rilevato fra PRE e POST per i valori di forza massima isometrica espressa allo squat ($F_{1-21} = 10,781$; $p = 0,003$; $\eta^2_p = 0,329$), per il carico massimale sollevato nella distensione su panca piana ($F_{1-21} = 13,395$; $p = 0,001$, $\eta^2_p = 0,368$) e per l'AUC espressa alla panca piana ($F_{1-21} = 6,001$; $p = 0,023$; $\eta^2_p = 0,214$).

Interazioni significative fra i due gruppi sono state rilevate per i valori di 1RM alla panca piana ($F_{1-23} = 4,729$; $p = 0,040$; $\eta^2_p = 0,171$) e per l'AUC alla panca piana ($F_{1-23} = 4,998$; $p = 0,035$; $\eta^2_p = 0,179$). Il gruppo BP ha ottenuto un incremento del 6,94 % nella forza massima espressa alla panca mentre il gruppo TP solamente del 1,87 %. L'AUC è risultata incrementata del 16,01 % nel gruppo BP e del 5,83 % in quello TP. La Figura 3 riporta i cambiamenti percentuali nei parametri di forza e potenza ottenuti dai due gruppi al termine del periodo di allenamento. Le curve forza-potenza ricavate dai valori medi espressi dai due gruppi nell'esercizio di panca piana prima e dopo le 15 settimane di allenamento, sono riportate nella figura 4A e 4B.

La percentuale di 1RM corrispondente al picco di potenza alla panca piana ha evidenziato una significativa interazione fra i gruppi ($F_{1-21} = 13,89$; $p = 0,001$; $\eta^2_p = 0,398$) senza che si sia verificato un significativo effetto principale ($F_{1-21} = 0,288$; $p = 0,579$; $\eta^2_p = 0,014$). La riduzione nel carico corrispondente al picco di potenza alla panca piana è stata del 6,08 % nel gruppo BP mentre il gruppo TP ha fatto registrare un incremento del 4,44 %.

Non sono stati rilevati effetti principali nelle performance di SJ e CMJ misurate prima e dopo il periodo di allenamento ($F_{1-21} = 3,811$; $p = 0,063$; $\eta^2_p = 0,142$ e $F_{1-21} = 3,812$; $p = 0,063$; $\eta^2_p = 0,142$) rispettivamente per lo SJ ed il CMJ). In entrambe le prove non sono state rilevate interazioni significative fra i gruppi ($F_{1-21} = 0,873$; $p = 0,845$; $\eta^2_p = 0,037$ e $F_{1-21} = 0,039$; $p = 0,360$; $\eta^2_p = 0,002$ rispettivamente per lo SJ ed il CMJ).

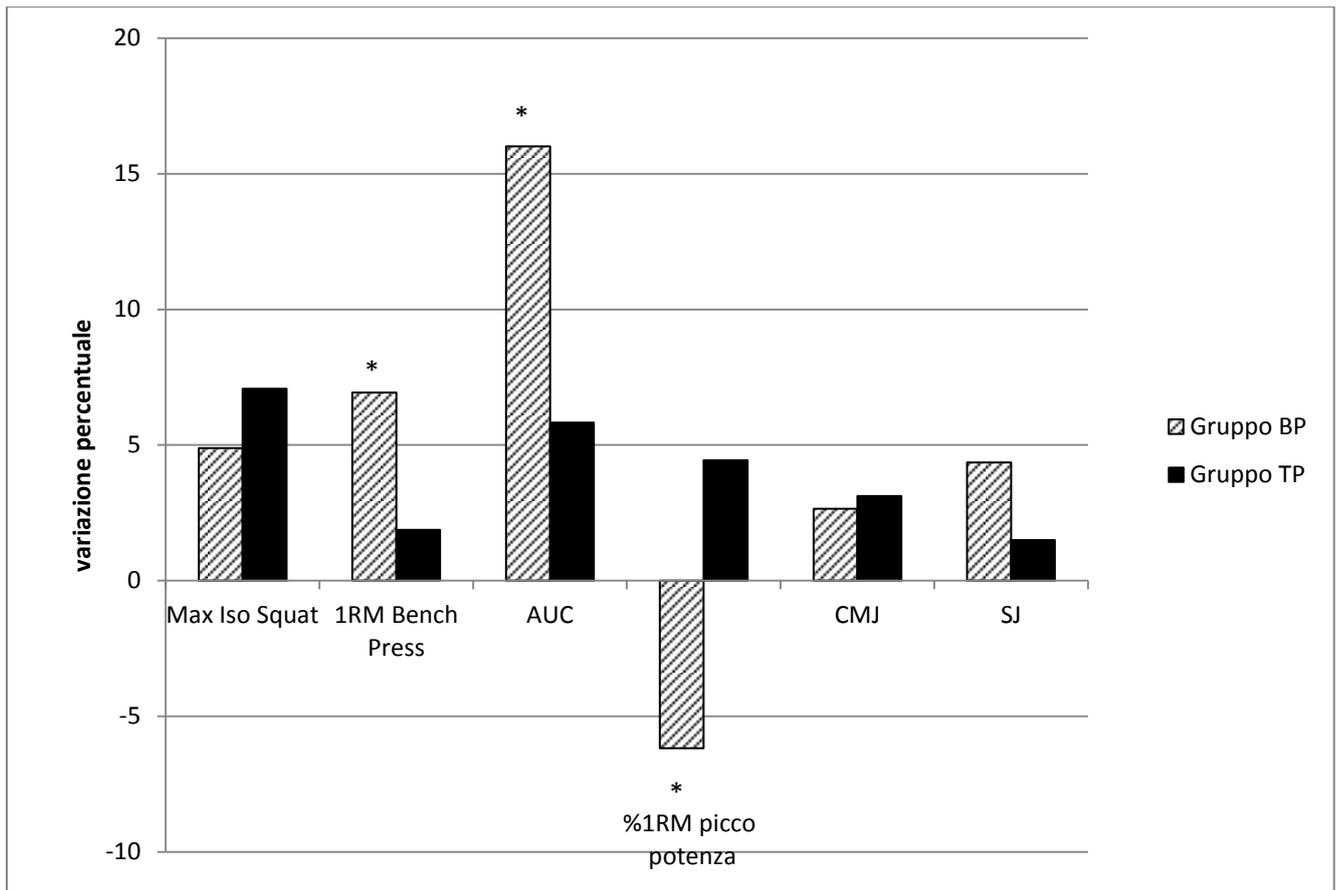


Figura 3. Variazioni percentuali ottenute dai due gruppi nei parametri prestativi fra prima e dopo il periodo di allenamento. *indica un'interazione significativa ($p < 0,05$) fra i gruppi.

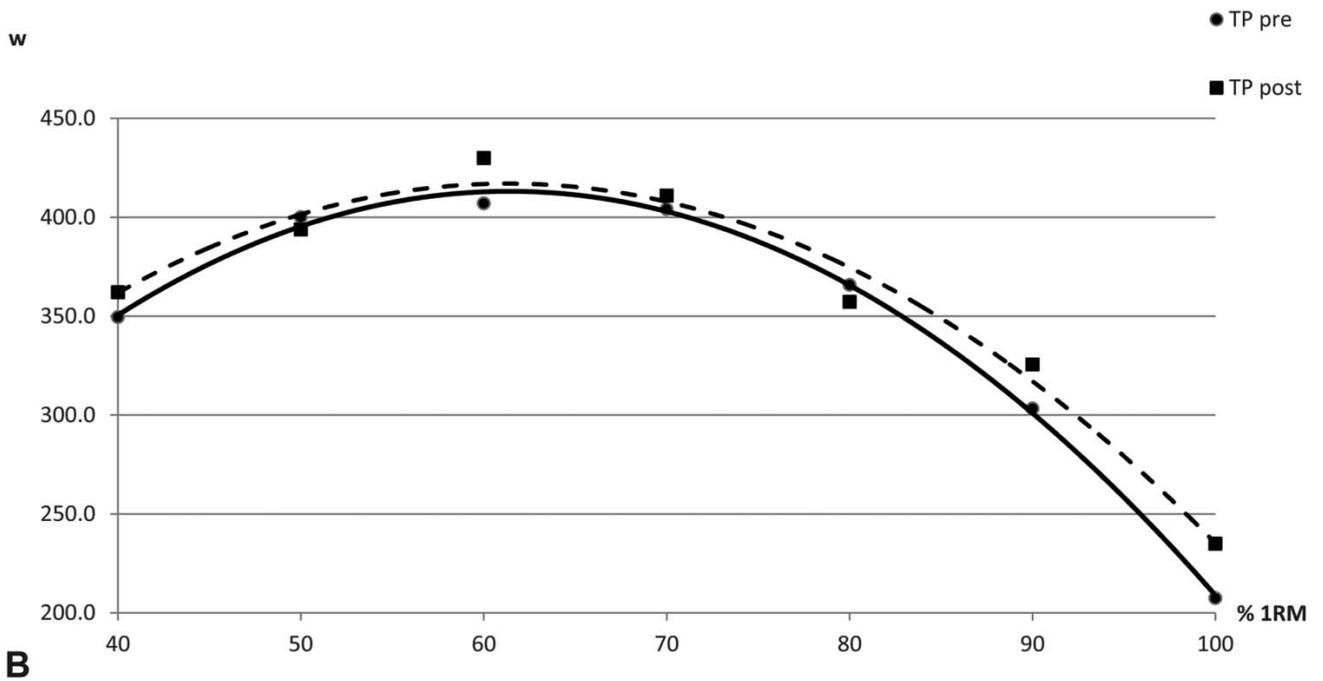
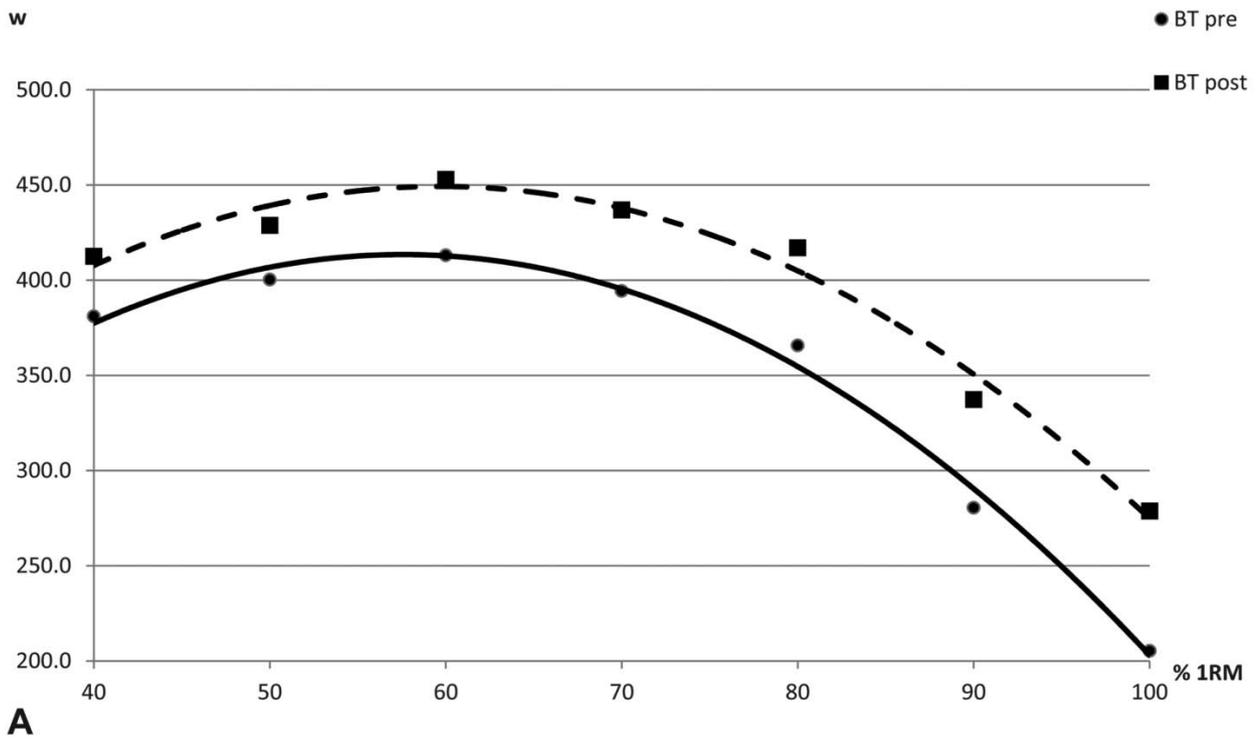


Figura 4A e 4B. Ricostruzione delle curve F-potenza ricavate dai valori medi nel gruppo BP e nel gruppo TP prima e dopo il periodo di allenamento.

Parametri antropometrici

La Tabella 3 riporta i valori delle misurazioni antropometriche e dei parametri da esse derivati, relativi al gruppo BP e TP prima e dopo il periodo di allenamento.

Un significativo effetto principale della variabile tempo è stato individuato per la massa magra (LBM; $F_{1-23} = 40,477$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,638$), il peso corporeo (BW; $F_{1-23} = 7,047$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,235$), l'area muscolare dell'arto superiore (AMA; $F_{1-23} = 31,109$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,575$), l'area muscolare della coscia (TCSA; $F_{1-23} = 15,363$; $p = 0,001$; $\eta^2_p = 0,400$) e la riduzione della massa grassa (FM; $F_{1-23} = 5,791$; $p < 0,001$; $\eta^2_p = 0,201$). Nessuno dei parametri precedenti ha mostrato una significativa interazione fra i gruppi (rispettivamente $p = 0,218$ per la LBM; $p = 0,124$ per il BW; $p = 0,277$ per l'AMA; $p = 0,333$ per il TCSA e $p = 0,218$ per la FM). Le variazioni percentuali ottenute nei due gruppi nel corso del periodo di allenamento sono riassunte nella Figura 5.

	Gruppo BP PRE	Gruppo BP POST	Gruppo TP PRE	Gruppo TP POST
Massa magra LBM (kg)	70,48 ± 7,9	72,28 ± 8,0	70,24 ± 8,2	71,44 ± 8,8
Peso corporeo BW (kg)	78,47 ± 10,9	79,94 ± 10,9	80,12 ± 12,8	80,48 ± 12,9
AMA (cm ²)	69,34 ± 14,6	76,03 ± 13,3	65,42 ± 15,8	69,88 ± 15,7
TCSA (cm ²)	156,19 ± 14,6	160,37 ± 14,0	155,77 ± 20,8	162,77 ± 15,83
Massa grassa FM (kg)	9,46 ± 4,1	7,66 ± 4,0	10,24 ± 5,7	9,02 ± 5,0

Tabella 3. Valori antropometrici nei due gruppi prima (PRE) e dopo (POST) il periodo di allenamento.

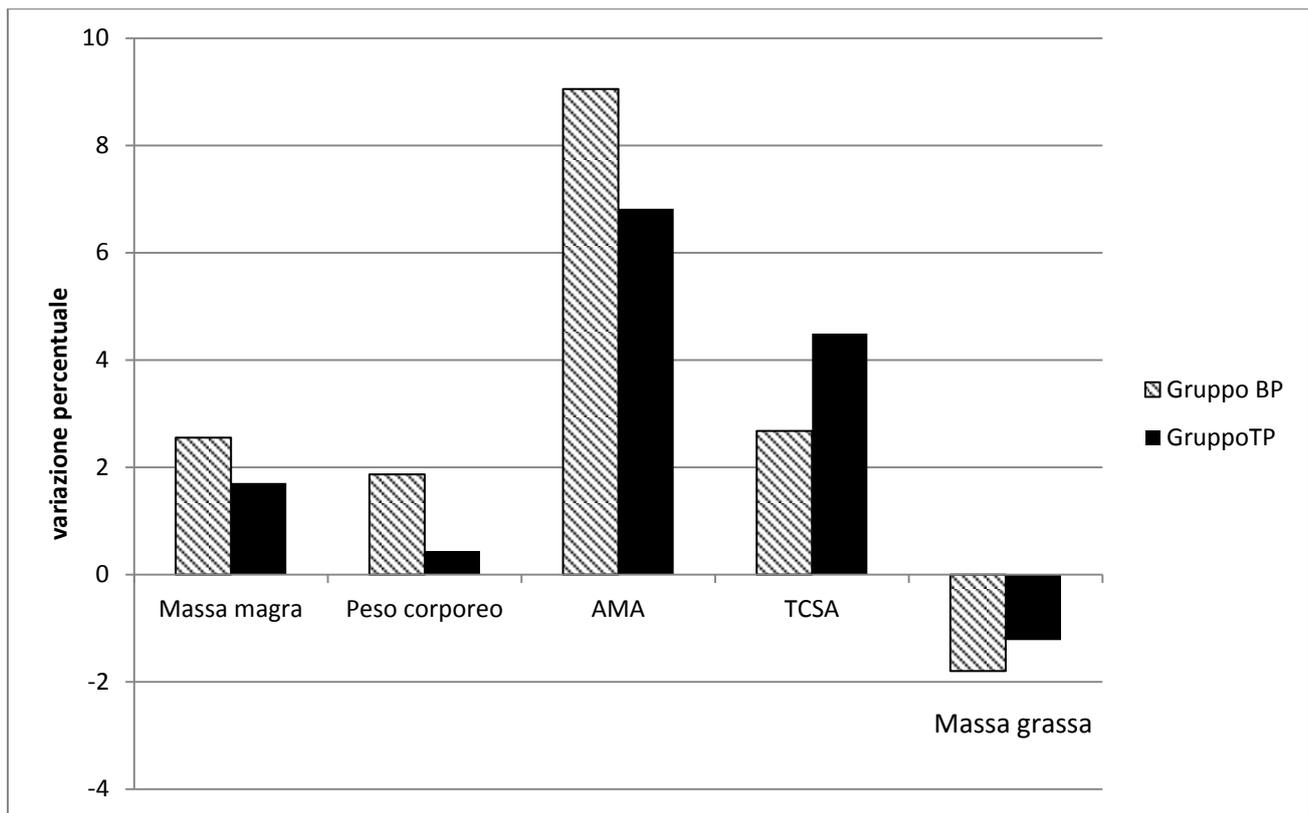


Figura 5. Variazioni percentuali nei parametri antropometrici nei due gruppi prima e dopo il periodo di allenamento.

Valori ormonali

Del campione iniziale di 25 atleti di genere maschile, solamente 18 hanno effettuato tutti i prelievi di saliva previsti dallo studio. I cambiamenti nei livelli salivari di cortisolo (C) e testosterone (T) sono riportati nella Tabella 4. Misure ripetute di analisi della varianza non hanno rivelato cambiamenti significativi nel T e nel C misurato prima e dopo le sedute di allenamento analizzate ($p > 0,05$).

Time	Group	Testosterone PRE ± SD (pmol/L)	Testosterone POST ± SD (pmol/L)	Cortisol PRE ± SD (mmol/L)	Cortisol POST± SD mmol/L
T1	BP (IP)	234.22 ± 143.7	209.23 ± 126.6	10.27 ± 2.3	9.34 ± 3.3
	TP (IP)	233.14 ± 112.1	235.90 ± 114.0	10.67 ± 1.8	9.91 ± 1.3
T2	BP (IP)	179.31 ± 78.5	198.98 ± 93.5	9.06 ± 2.4	9.84 ± 3.8
	TP (MS)	214.73 ± 72.2	235.96 ± 90.0	12.09 ± 2.6	10.46 ± 2.4
T3	BP (MS)	225.43 ± 130.7	237.75 ± 158.7	9.33 ± 1.8	9.67 ± 2.8
	TP (IP)	179.63 ± 59.6	208.78 ± 91.9	9.17 ± 2.8	9.77 ± 2.7
T4	BP (MS)	214.29 ± 94.8	207.02 ± 132.7	11.39 ± 3.9	11.05 ± 5.5
	TP (PT)	198.64 ± 46.3	242.66 ± 103.3	9.91 ± 2.4	10.16 ± 2.3
T5	BP (PT)	221.56 ± 108.8	269.62 ± 136.8	9.83 ± 3.9	11.65 ± 4.1
	TP(MS)	205.17 ± 67.2	224.63 ± 87.6	11.12 ± 2.24	11.15 ± 2.5
T6	BP (PT)	210.14 ± 130.5	276.80 ± 162.2	10.39 ± 2.5	11.18 ± 3.2
	TP (PT)	255.99 ± 91.8	302.39 ± 83.3	9.91 ± 2.4	10.26 ± 2.5

Tabella 4. Valori medi di T e C prima e dopo ciascuna seduta di allenamento rilevata. Fra parentesi viene specificato il protocollo utilizzato da ciascun gruppo. IP = ipertrofia; MS = forza massima; PT = potenza.

Dividendo le sedute di forza a seconda del protocollo utilizzato, è stato rilevato un significativo effetto principale per il T misurato prima e dopo la seduta ($p = 0,004$) con una interazione significativa fra i vari tipi di allenamento ($p = 0,024$), ma senza differenze significative fra i due gruppi ($p = 0,575$). Il t -test per dati appaiati ha rivelato che l'incremento nei livelli salivari di testosterone era significativo solamente in corrispondenza di allenamenti rivolti alla potenza muscolare (+ 19,89 %, $p = 0,046$ e + 26,57 %, $p = 0,007$ rispettivamente per il gruppo BP e per il gruppo TP). Le variazioni di T in corrispondenza dei diversi protocolli di allenamento sono riportate nella Figura 6.

Le variazioni dei livelli di C non hanno mostrato significativi cambiamenti fra prima e dopo le varie sedute di allenamento ($p = 0,334$) o interazioni fra i due gruppi ($p = 0,633$) nel corso del periodo di allenamento.

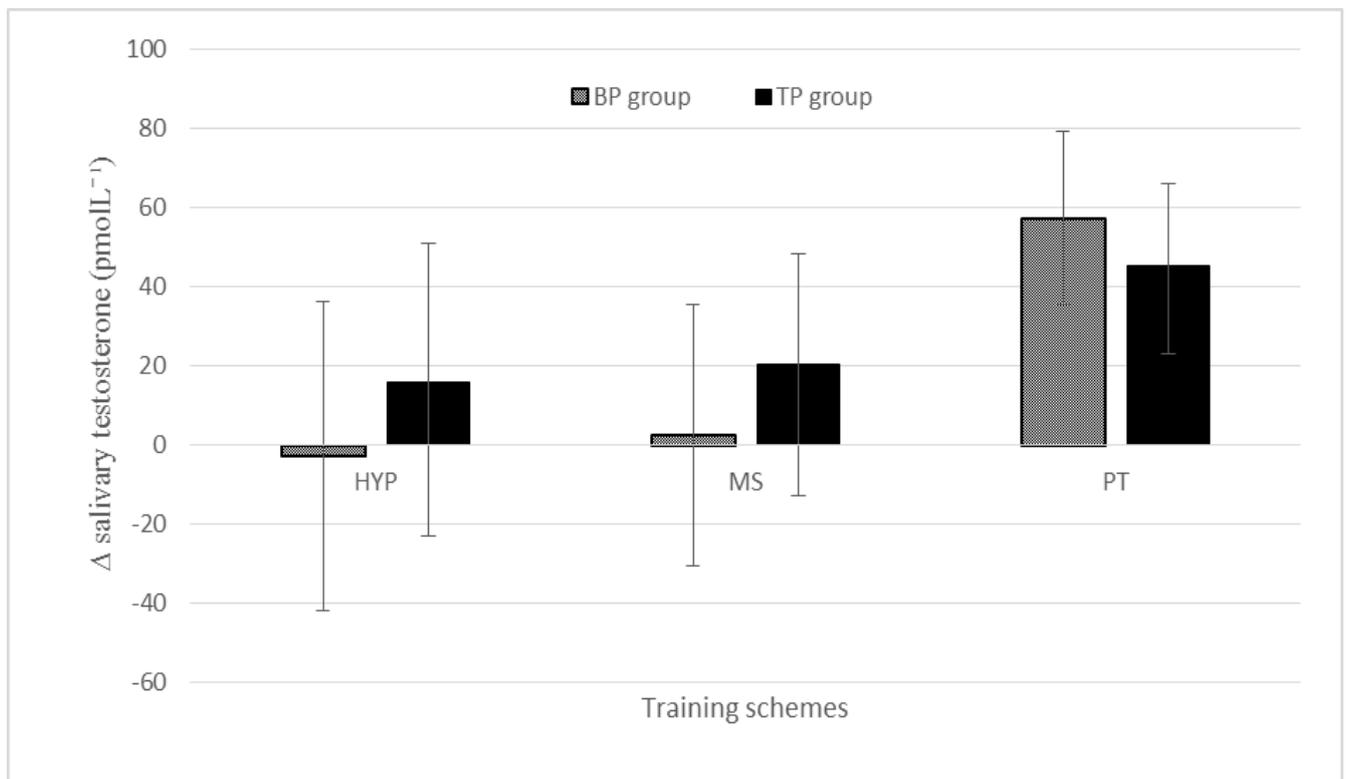


Figura 6. Variazione dei livelli di T prima e dopo le diverse tipologie di allenamento della forza nei due gruppi. HYP = ipertrofia; MS = forza massima; PT = potenza.

ANALISI DEI RISULTATI NEI TEST EFFETTUATI NELLE FASI INTERMEDIE DEL PROGRAMMA DI ALLENAMENTO.

Dopo aver analizzato i risultati dei test effettuati prima e dopo il periodo di allenamento, sono stati presi in considerazione i dati della valutazioni intermedie dopo ogni fase della programmazione. Misure ripetute di analisi della varianza ad una via non hanno rilevato differenze significative ($p > 0,05$) fra i valori di forza massima e potenza misurati nelle valutazioni intermedie rispetto ai valori ottenuti prima del periodo di allenamento di 15 settimane.

Anche se non sono state rilevate variazioni significative della prestazione valutando i momenti intermedi, è possibile identificare una dinamica differente nelle performance nel corso del periodo di allenamento nel gruppo BP rispetto a quello TP.

I grafici 7, 8 e 9 evidenziano un andamento comune delle performance nel gruppo BP nel corso dei vari mesocicli-blocco.

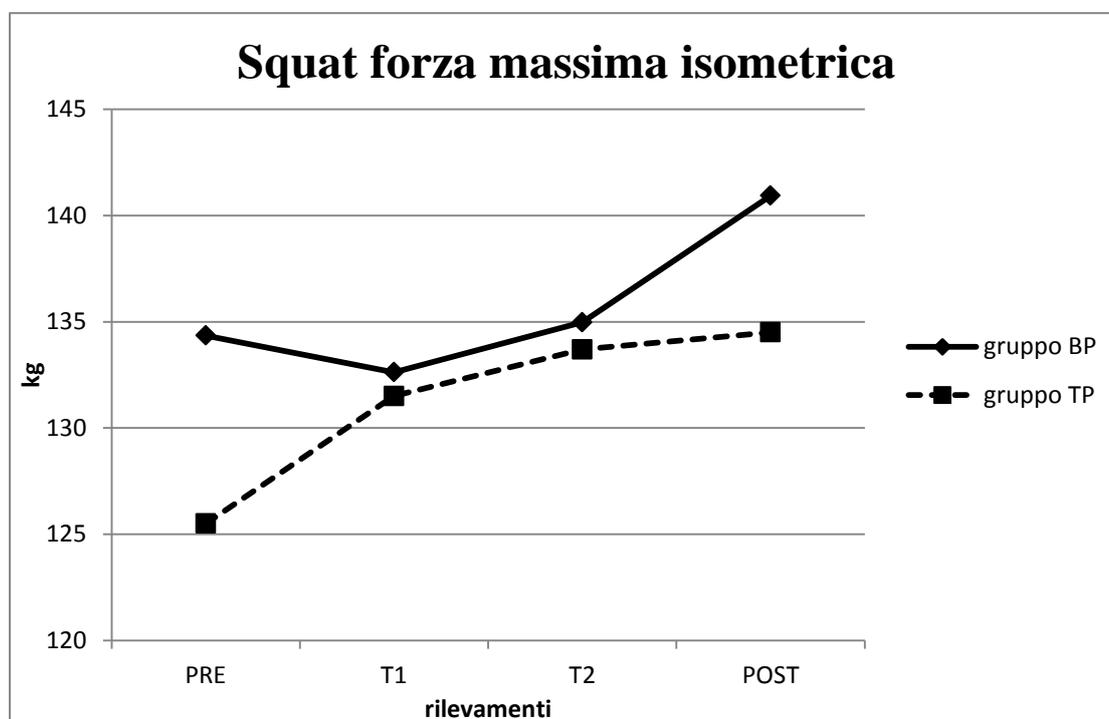


Grafico 7. Andamento dei valori di forza massima isometrica espressa nello squat nei due gruppi nel corso del programma di allenamento.

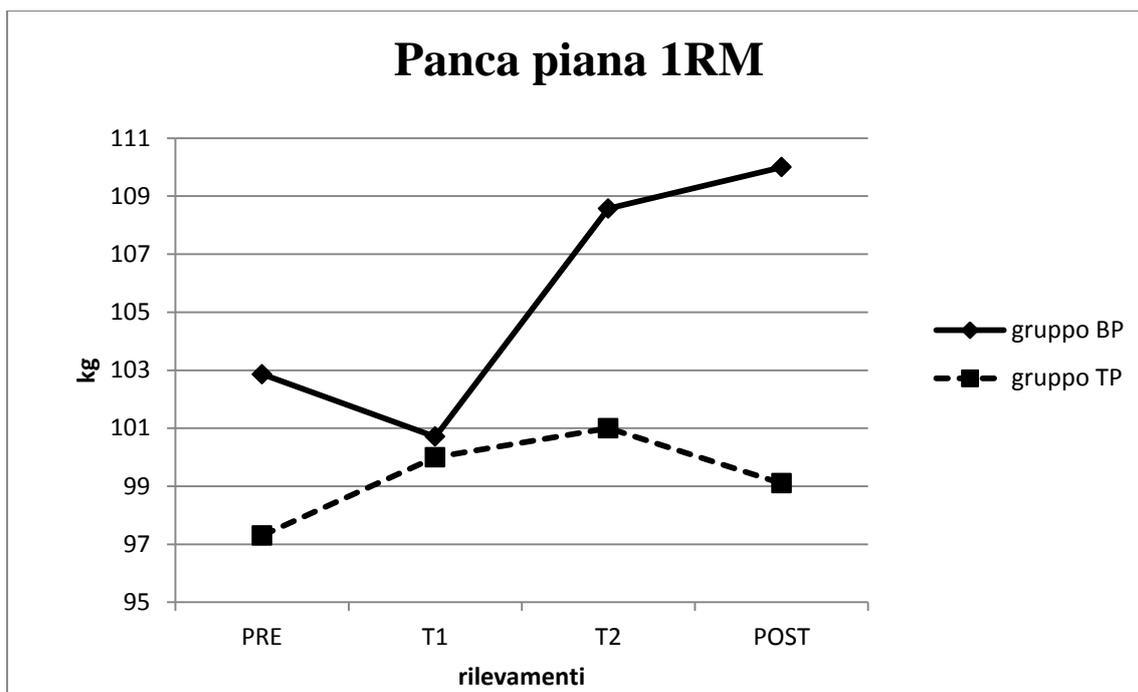


Grafico 8. Andamento dei valori di forza massima espressa nei due gruppi nel corso del programma di allenamento.

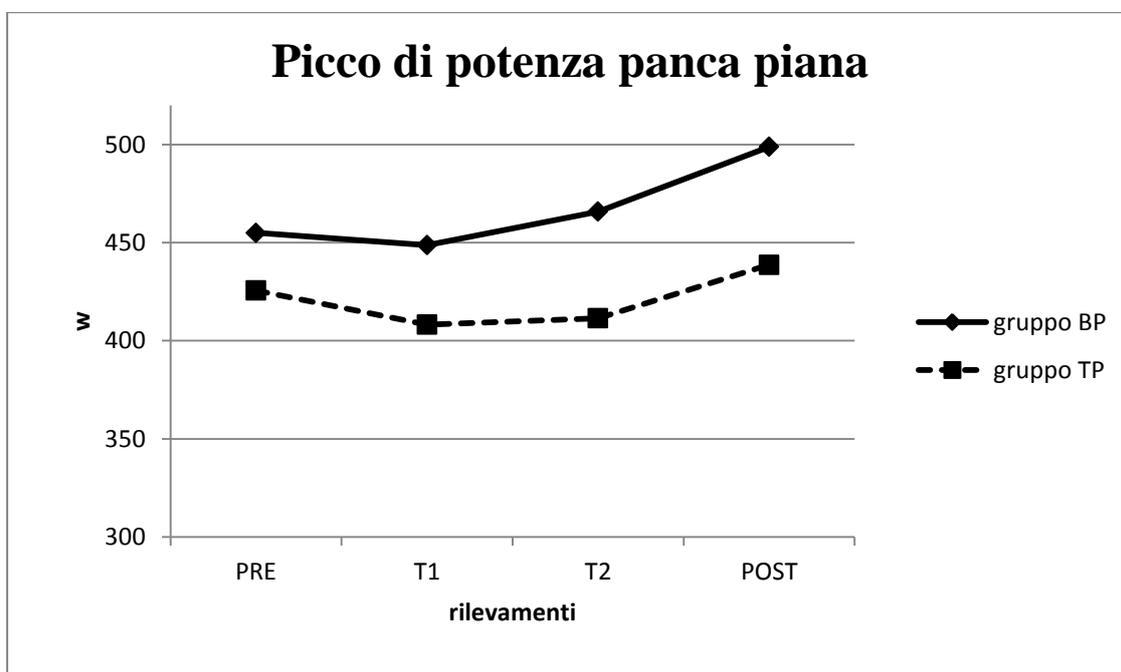


Grafico 9. Andamento dei valori di forza massima espressa nei due gruppi nel corso del programma di allenamento.

In particolare i valori di forza massima degli arti superiori ed inferiori evidenziano un calo (non statisticamente significativo) in seguito al primo blocco rivolto all'ipertrofia e caratterizzato da un elevato volume di allenamento di forza. Il gruppo TP invece mostra una crescita prestativa più graduale e senza il calo registrato nel gruppo BP in seguito al primo blocco di allenamento.

Il picco di potenza espresso alla panca piana mostra invece un andamento simile nei due gruppi, evidenziando un incremento localizzato negli ultimi due rilevamenti (vedi Grafico 9).

DISCUSSIONE

I risultati del presente studio indicano che un programma di allenamento della forza della durata di 15 settimane, periodizzato secondo il modello a blocchi ha portato ad incrementi di forza e potenza dell'upper body, superiori rispetto ad un programma con periodizzazione di tipo tradizionale. Non sono state invece rilevate differenze fra i due programmi riguardo alle prestazioni di forza e potenza degli arti inferiori e alla composizione corporea.

Poiché entrambi i programmi di allenamento erano caratterizzati dallo stesso volume complessivo, le differenze fra gli adattamenti nei due gruppi sono probabilmente da attribuire alle diverse distribuzioni dei carichi. Ciò è in linea con studi precedenti che hanno riportato risultati migliori utilizzando programmi di allenamento della forza composti da fasi focalizzate ad un singolo aspetto della performance (Apel et al. 2011; Hoffman et al. 2003) rispetto a programmi con andamento ondulatorio dei carichi.

La relazione fra forza e potenza è una componente fondamentale in molti sport di forza (Hoffman et al. 2006); una crescita in questi parametri può portare l'atleta ad un miglioramento nella performance specifica nello sport praticato. Diversi fattori neuromuscolari contribuiscono alla produzione di alti livelli di potenza (Kawamori e Haff 2004; Stone et al. 1981), come ad esempio il reclutamento delle

unità motorie, la frequenza di scarica dei motoneuroni e la sincronizzazione delle unità motorie. La relativa prossimità temporale fra gli allenamenti rivolti all'ipertrofia muscolare e quelli rivolti alla potenza nella periodizzazione di tipo tradizionale, potrebbero aver influenzato gli adattamenti in direzione della potenza muscolare a causa dell'affaticamento. Diversi studi hanno determinato come il carico ottimale per allenare la potenza muscolare sia compreso fra il 40 ed il 70% di 1RM (Kawamori e Haff 2004; Baker 2001).

Nel presente studio, sia il gruppo BP che quello TP hanno fatto registrare picchi di potenza alla distensione su panca piana, compresi fra il 50 ed il 61% di 1RM. Al termine del programma di allenamento è stata registrata una diminuzione della percentuale riferita a 1RM corrispondente al picco di potenza nel gruppo BP. Nel gruppo TP invece questo fatto non è avvenuto.

Ciò è in linea con quanto riportato da Baker (2001) il quale riporta valori corrispondenti al picco di potenza percentualmente inferiori rispetto al massimale in soggetti capaci di elevate espressioni di forza massima, rispetto a soggetti meno forti nell'esercizio di bench throw e SJ.

Nonostante il carico corrispondente alla massima espressione di potenza risulta essere influenzato dalla tipologia di esercizio eseguito, dal livello dell'atleta e dalla fase di preparazione, una riduzione in questo parametro potrebbe indicare un maggiore reclutamento delle unità motorie rapide ad alta soglia di attivazione. Questo adattamento potrebbe ripercuotersi in maniera positiva sugli indici di crescita della forza misurati in espressioni di forza isometriche (RFD).

Baker (2001) suggerisce come una riduzione della percentuale di 1RM corrispondente al picco di potenza sia uno degli obiettivi delle fasi di allenamento focalizzate sulla forza rapida. Questo è in linea con l'esperienza pratica di molti allenatori che utilizzano esercitazioni pliometriche e sedute rivolte alla potenza durante mesocicli nei quali il volume di allenamento complessivo è basso (Issurin 2008). L'ultima fase della periodizzazione a blocchi infatti, è completamente dedicata ad espressioni rapide di forza, ottenute utilizzando carichi compresi fra il 50 ed il 65% di 1RM.

Nel gruppo TP l'ultima settimana di ciascun mesociclo era dedicata alla potenza muscolare, le varie settimane dedicate alla potenza muscolare nella periodizzazione TP, erano pertanto intervallate da 4 settimane dedicate ad altre componenti della forza. Una singola settimana con volume di allenamento ridotto, focalizzata alla potenza è risultata inferiore nello stimolare le componenti neuromuscolari della potenza stessa rispetto ad una intera fase di 4 settimane contigue dedicate a questo scopo.

I risultati dello studio sostengono su base sperimentale la superiorità della periodizzazione a blocchi rispetto a quella tradizionale per l'allenamento della forza massima e della potenza.

I limitati incrementi nelle performance di salto e di massima potenza degli arti superiori in entrambi i gruppi, sono dovuti probabilmente all'assenza di esercizi di tipo balistico (lanci e salti) nel programma di allenamento ed alla scarsa frequenza di esercizi fondamentali per il potenziamento degli arti inferiori come lo squat. Ciò è supportato da ricerche precedenti che dimostrano che una maggior frequenza di allenamento e l'inclusione di esercizi specifici è richiesta per ottenere ulteriori adattamenti in atleti già allenati alla forza.

Entrambi i programmi di allenamento periodizzato hanno condotto gli atleti ad una significativa riduzione di massa grassa ed ad un aumento della massa magra e delle aree muscolari di arti superiori ed inferiori. Considerando che i partecipanti avevano già una ridotta massa grassa all'inizio del periodo di allenamento, entrambi i programmi sono risultati idonei ad aumentare l'ipertrofia muscolare di vari distretti.

Il calo nelle performance di forza osservabile in seguito al periodo di ipertrofia della periodizzazione a blocchi, pur non raggiungendo la significatività statistica ($p > 0,05$) fornisce informazioni importanti riguardo alla condizione dell'atleta al termine di un periodo caratterizzato da carichi concentrati a contenuto univoco. Talvolta accade infatti che una riduzione non statisticamente significativa nelle prestazioni degli atleti, risulti invece rilevante nella pratica, e possa costituire la differenza fra la vittoria e la sconfitta nelle competizioni (Hoffman 2014).

La periodizzazione a blocchi concentra i propri risultati al termine dell'ultimo mesociclo rivolto alla potenza nel quale secondo Verkhoshansky (1987) confluiscono anche gli adattamenti evocati nelle fasi precedenti, attraverso un effetto cumulativo e ritardato dei carichi come ipotizzato anche da Issurin (2008). Nonostante che l'incremento dei parametri di forza nel gruppo TP sia stato più regolare e non si siano registrati cali momentanei di condizione, il miglioramento dei parametri di forza e potenza degli arti superiori al termine del periodo di allenamento, è risultato inferiore rispetto alla periodizzazione a blocchi.

Il programma periodizzato secondo il modello tradizionale e quello a blocchi non hanno alterato significativamente i livelli basali di testosterone e cortisolo. Risultati analoghi erano stati riportati in precedenza da studi che avevano misurato i livelli di testosterone a riposo nel corso di periodi di allenamento analoghi al presente studio (Hoffman et al. 2006, 2007) o della durata maggiore (Hakkinen et al. 1987) e che avevano rilevato uno scarso effetto dell'allenamento sul ritmo circadiano caratterizzante la secrezione del testosterone (Kraemer et al. 2001).

Non sono stati rilevati cambiamenti nei livelli basali di cortisolo nel corso delle 15 settimane di allenamento. Questo risulta in linea con alcuni studi (Hoffman et al. 2006; Potteiger et al. 1995) ma in contrasto con altri (Fry et al. 1992; Hakkinen e Pakarinen 1991; Hoffman et al. 2006). L'alta variabilità nella risposta del cortisolo all'allenamento potrebbe essere influenzata da molteplici fattori di tipo psicologico e fisiologico. Detto ormone viene spesso identificato come indicatore di stress dovuto all'allenamento (Fry e Kraemer 1997; Fry et al. 1998) e l'assenza di aumenti nelle concentrazioni nel corso di entrambi i programmi di allenamento suggerisce che entrambe le programmazioni abbiano minimizzato l'accumulo di stress fisiologico.

I risultati del presente studio dimostrano invece che la risposta acuta del testosterone all'allenamento è stata influenzata dalla tipologia di seduta di potenziamento muscolare effettuata piuttosto che dalla fase del programma di allenamento nella quale essa era inserita.

Gli allenamenti rivolti alla potenza muscolare hanno fatto registrare aumenti significativi dei livelli di testosterone salivare misurati prima e dopo la seduta. Non si sono invece verificati aumenti in corrispondenza delle sedute rivolte all'ipertrofia muscolare ed alla forza massima. Ciò è in contrasto con numerosi studi che hanno riportato incrementi nei livelli di testosterone plasmatico e salivare in seguito ad allenamenti rivolti alla forza massima o all'ipertrofia e nessun incremento in seguito ad allenamenti di potenza (Crewther et al. 2008; Kraemer et al. 1991; Linnamo et al. 2005; Smilios et al. 2014). Questi autori suggeriscono che al fine di evocare una risposta ormonale con l'allenamento, esso debba superare una certa soglia in termini di volume ed intensità dei sovraccarichi.

Gli studi precedenti che hanno indagato l'aspetto ormonale dell'allenamento sono stati generalmente focalizzati su esercizi di potenziamento nei quali venivano utilizzati sovraccarichi pesanti e velocità di contrazione relativamente basse (Fry et al. 2010).

Un numero ridotto di ricerche sperimentali ha indagato l'effetto di sedute di allenamento rivolte alla potenza muscolare nelle quali carichi medio-bassi venivano accelerati in modo massimale, ed alcune di esse hanno riscontrato un effetto significativo dell'allenamento della potenza sul testosterone plasmatico (Fry et al. 2010; Volek et al. 1997).

Dai risultati del presente studio emerge come la velocità di contrazione muscolare rappresenti un fattore importante per la stimolazione della secrezione di testosterone. L'esecuzione di esercizi di muscolazione con il massimo intento esplosivo richiede il reclutamento di un numero elevato di fibre muscolari e grandi masse muscolari soprattutto nelle prime fasi di movimento.

Un'elevata espressione di potenza e alti indici di produzione di forza potrebbero indurre una risposta ormonale come risultato di meccanismi neurali e muscolari (Smilios et al. 2014). Gli incrementi nel testosterone salivare potrebbero anche essere correlati con il reclutamento di un numero elevato di unità motorie in modo sincronizzato, al fine di ottenere espressioni elevate di potenza come riportato da Salvador et al. (2003).

PARTE III. Confronto fra Periodizzazione Tradizionale e a Blocchi per l'allenamento della forza massima in partecipanti di genere femminile.

INTRODUZIONE

Testimonianze storiche riportano la partecipazione ai giochi olimpici dell'antichità da parte di atleti di genere femminile. La prima donna a trionfare ai giochi Olimpici risulta essere Kunisca di Sparta nel 396 a.C. (Ravaglioli 1990).

In epoca moderna tuttavia, le Olimpiadi di Sydney 2000 sono state le prime nelle quali alle donne era consentito di competere in specialità di forza e potenza come il sollevamento pesi ed il lancio del martello. L'esclusione del genere femminile da queste discipline era in contrasto con la lunga tradizione di alcuni paesi nell'allenamento di forza delle donne (Riordan 1977).

Numerose ricerche scientifiche hanno poi dimostrato come le donne possano ottenere adattamenti significativi seguendo programmi di potenziamento muscolare (Chilibeck et al. 1998; Kraemer et al. 2004; Schlumberger et al. 2001; Staron et al. 1990). Diversi studi hanno inoltre riportato incrementi relativi di massa muscolare simili in maschi e femmine in seguito ad allenamento di forza (Cureton et al. 1988; Davies et al. 1988).

Negli ultimi 40 anni, la periodizzazione Tradizionale e quella a Blocchi sono state ampiamente utilizzate nella programmazione dell'allenamento di forza in atleti di genere femminile (Issurin 2010). Pochi studi tuttavia, hanno indagato l'effetto di diverse distribuzioni dei carichi di allenamento di forza nel tempo in partecipanti di genere femminile (Buford et al. 2007; Kraemer et al. 2000; Painter et al. 2012) e nessuno di questi ha confrontato il modello tradizionale (definito da L.P. Matveev) con quello a blocchi (proposto da Y.V. Verkhoshansky).

Kraemer e colleghi (2000) hanno riscontrato adattamenti maggiori in termini di forza massima, massa muscolare e velocità del servizio in giocatrici di tennis di college, seguendo un protocollo di allenamento periodizzato costituito da diverse serie rispetto ad un programma caratterizzato da un basso volume, nel quale veniva eseguita una sola serie per esercizio.

In un confronto fra periodizzazione a blocchi e periodizzazione ondulatoria di tipo daily o weekly, Buford et al. (2007) hanno riscontrato incrementi significativi di forza massima in entrambi i generi e nessuna differenza significativa fra i due modelli di periodizzazione utilizzati. Questo risulta essere l'unico studio in cui sono stati valutati gli effetti di diversi tipi di periodizzazione della forza nelle donne.

SCOPI DELLA RICERCA

L'obiettivo della ricerca è quello di confrontare gli effetti di un programma di allenamento della durata di 10 settimane periodizzato secondo il modello tradizionale o secondo quello a blocchi sui parametri di forza massima, potenza e massa muscolare in un campione di donne allenate alla forza a livello amatoriale.

IPOTESI DI RICERCA

L'ipotesi di ricerca è che attraverso la periodizzazione di tipo tradizionale si possano raggiungere risultati migliori rispetto a quelli ottenibili con una a blocchi in un campione composto da donne con esperienza amatoriale nel potenziamento muscolare.

METODI

Le partecipanti allo studio sono state 17 donne allenate alla forza a livello amatoriale. Le partecipanti sono state assegnate ad un gruppo che svolgeva un programma di allenamento con periodizzazione a blocchi o ad un gruppo che seguiva una periodizzazione di tipo tradizionale. Entrambi i programmi di allenamenti utilizzati nello studio avevano una durata di 10 settimane e prevedevano il sollevamento dello stesso tonnellaggio complessivo nel corso del periodo di allenamento.

Le partecipanti sono state testate prima di cominciare il programma di potenziamento ed al termine di esso. Anche i parametri antropometrici sono stati misurati prima e dopo il periodo di allenamento.

Alle partecipanti non era consentito di svolgere allenamenti al di fuori di quelli previsti dal programma né di svolgere competizioni sportive di alcun genere per tutta la durata dello studio.

Partecipanti

Le partecipanti allo studio erano donne che svolgevano allenamenti di forza almeno una volta alla settimana da almeno un anno. Tutte le ragazze coinvolte, pur svolgendo allenamenti di forza con regolarità, non avevano mai partecipato ad altri studi relativi all'allenamento della forza e non avevano mai seguito un programma di allenamento periodizzato e organizzato.

Le partecipanti sono state divise in modo randomizzato nei due gruppi: il primo, che era composto da 9 soggetti con le seguenti caratteristiche (media \pm DS): età = $24,7 \pm 4,2$ anni; peso = $62,1 \pm 5,3$ kg; altezza = $166,4 \pm 6,0$ cm) ha svolto un programma di allenamento con periodizzazione a blocchi (BP). Il secondo gruppo, composto da 8 soggetti con le seguenti caratteristiche: età = $23,2 \pm 2,2$ anni; peso = $59,8 \pm 11,9$ kg; altezza = $160,1 \pm 4,1$ cm, ha utilizzato una periodizzazione tradizionale (TP).

A tutte le partecipanti è stato richiesto di siglare una dichiarazione di consenso informato approvato dal comitato etico dell'Università di Bologna.

Programmi di allenamento

Entrambi i programmi di allenamento svolti dai due gruppi avevano una durata di 10 settimane ed erano caratterizzati dallo stesso volume complessivo di allenamento calcolato moltiplicando il numero di ripetizioni x il numero di serie x la percentuale del massimale utilizzata (%1RM) x il numero di esercizi svolti (vedi pag. 32). Gli esercizi svolti da entrambi i gruppi sono riportati nella Tabella 1.

Lunedì	Mercoledì	Venerdì
Squat	Stacco	Stacco tipo sumo
CMJ	Panca inversa	Leg extension
Distensione su panca piana	Lat machine	Distensione su panca inclinata
Lento avanti	Bicipiti su panca Scott	High pull
Leg curl		Tricipiti con bilanciere

Tabella 1. Esercizi previsti dal programma di allenamento per entrambi i gruppi.

La differenza fra i due programmi consisteva solamente nella distribuzione nel tempo dei carichi di allenamento. I valori di intensità e volume dell'allenamento ed i tempi di recupero sono consultabili nella Tabella 2 e nella Tabella 3 rispettivamente per il gruppo BP e per il gruppo TP.

Period. a blocchi	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Settimana										
Ripetizioni	10	10	8	8	6	5	5	3	3	6
Serie	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3
Intensità (% 1RM)	70	70	75	75	65	88	88	93	93	65
Tempo di recupero fra le serie (Minuti)	1	1	1	1	2	3	3	3	3	2

Tabella 2. Parametri del carico di allenamento per il gruppo BP.

Period. tradizionale	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Settimana										
Ripetizioni	10	8	5	3	6	10	8	5	3	6
Serie	5	5	5	5	3	5	5	5	5	3
Intensità (% 1RM)	70	75	88	93	65	70	75	88	93	65
Tempo di recupero fra le serie (Minuti)	1	1	3	3	2	1	1	3	3	2

Tabella 3. Parametri del carico di allenamento per il gruppo TP.

Il programma con periodizzazione a blocchi (BP) era costituito da due mesocicli di 5 settimane ciascuno, il primo rivolto all'ipertrofia muscolare ed il secondo prevalentemente alle componenti nervose della forza massima. Nel corso del primo mesociclo gli allenamenti prevedevano un volume di allenamento elevato; i partecipanti utilizzavano serie composte da 8-10 ripetizioni con carichi compresi fra il 70 % ed il 75% di 1RM. I tempi di recupero fra le 5 serie previste per ciascun esercizio erano della durata di 1 minuto.

Il secondo mesociclo era focalizzato sulla forza massima; i carichi utilizzati erano pari all'88-93% di 1RM ed il numero di ripetizioni effettuate per ciascuna serie pari a 3-4. I tempi di recupero fra le 5 serie previste erano di 3 minuti.

L'intensità di allenamento nel secondo mesociclo era pertanto elevata ed il volume nettamente inferiore alle prime 5 settimane del programma. La distribuzione dei carichi di allenamento nella programmazione a blocchi è riportato nella Figura 1.

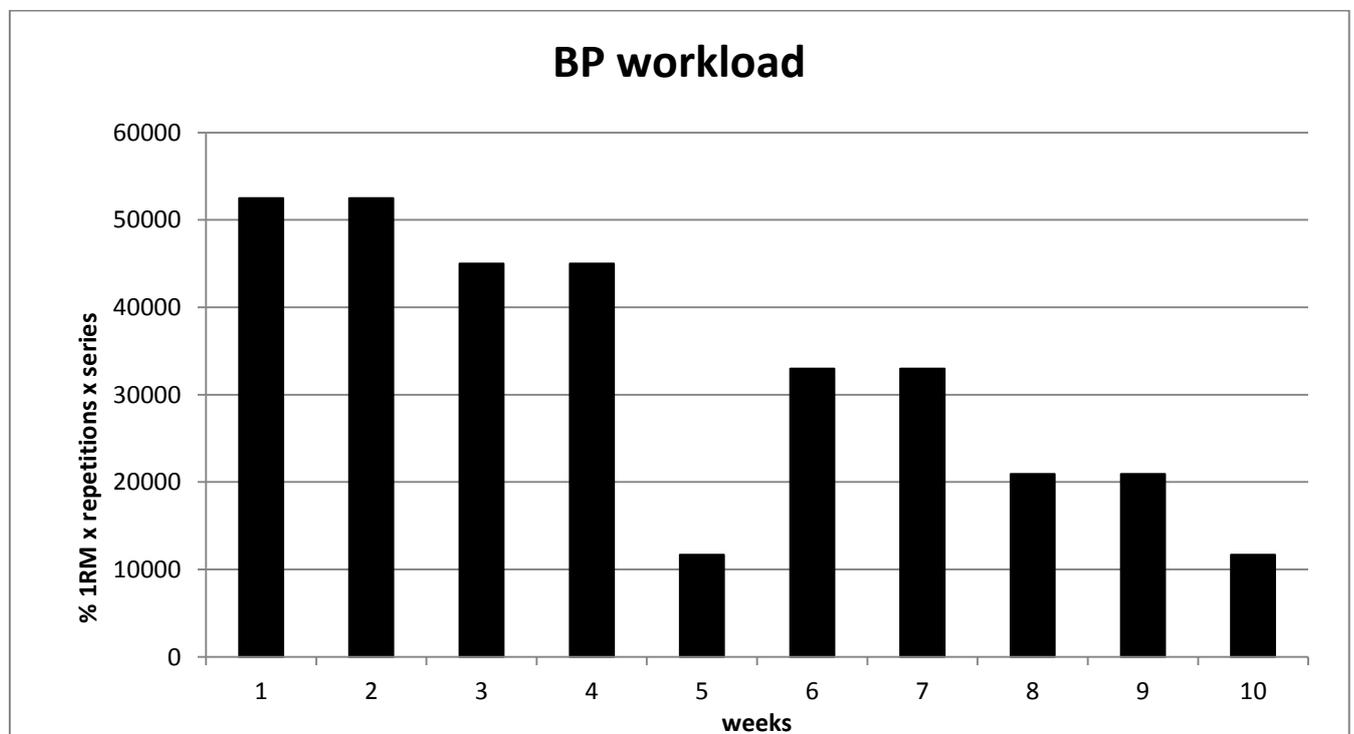


Figura 1. Distribuzione del carico di allenamento (volume) nel gruppo BP.

Il programma periodizzato in modo tradizionale (TP) era anch'esso costituito da due mesocicli di 5 settimane ciascuno. Durante ciascuno di essi il carico di allenamento progrediva da un alto volume ed una intensità media nelle prime due settimane, ad intensità più elevate e volumi minori nelle ultime settimane. La prima settimana di ciascun mesociclo era dedicata all'ipertrofia muscolare, perseguita con un elevato numero di ripetizioni (10 rip.) e tempi di recupero brevi fra le serie (1 min.).

La seconda settimana prevedeva un volume di allenamento leggermente inferiore alla prima, il numero di ripetizioni svolte per ciascuna serie scendeva a 8 e l'intensità passava dal 70 al 75% di 1RM. I tempi di recupero rimanevano della durata di 1 minuto.

La terza e la quarta settimana di ciascun mesociclo erano invece focalizzate sulla forza massima ed i partecipanti svolgevano un numero ridotto di ripetizioni con carichi elevati e tempi di recupero di 3 minuti fra le serie.

In entrambe le programmazioni, l'ultima settimana di ciascun mesociclo era dedicata al recupero e venivano eseguite solo 3 sedute di allenamento composte da 3 serie da 6 ripetizioni utilizzando il 65 % di 1RM. La Figura 2 mostra l'andamento ondulatorio del volume di allenamento nella programmazione di tipo tradizionale.

Entrambi i programmi prevedevano esercizi di salto come allenamento della potenza degli arti inferiori. Dopo l'esercizio di squat entrambi i gruppi effettuavano 4 serie da 6 squat jump con contromovimento (CMJ) eseguiti ricercando la massima espressione di forza rapida.

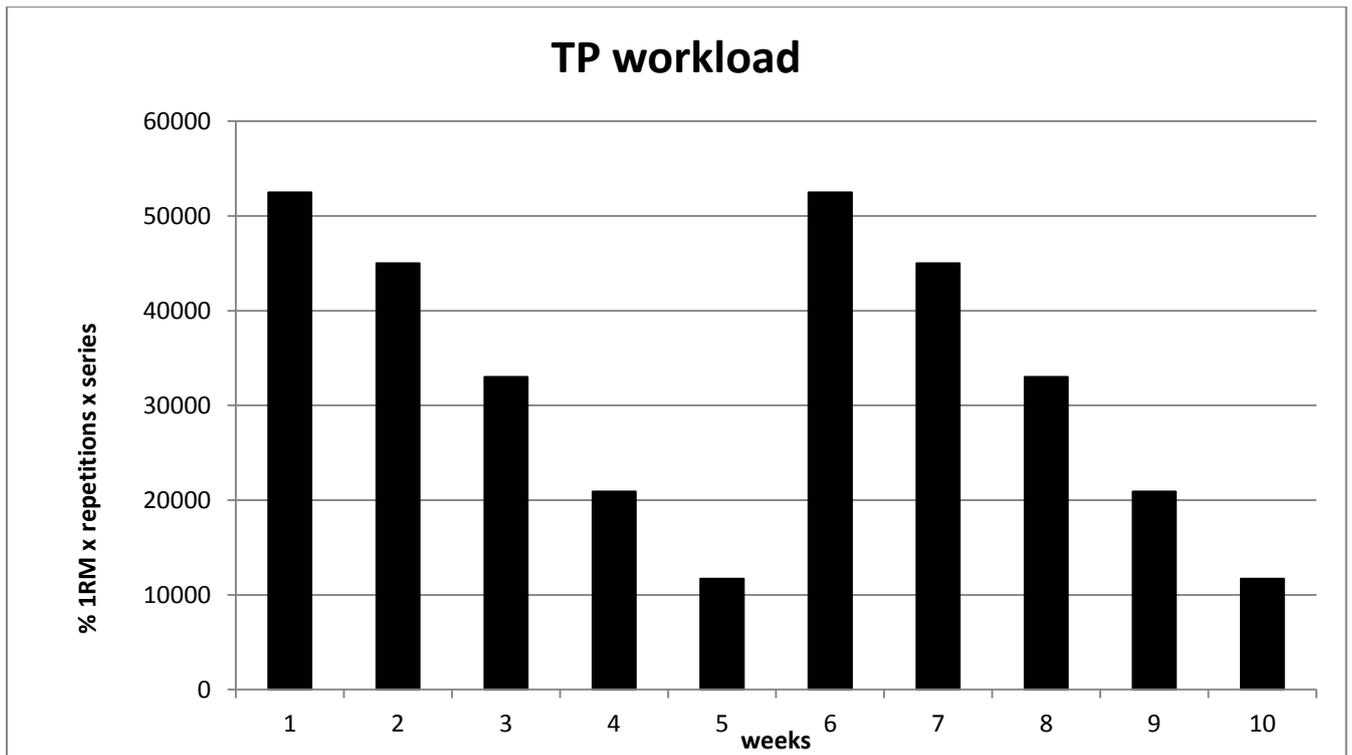


Figura 2. Distribuzione del carico di allenamento (volume) nel gruppo TP.

Prima di cominciare il programma di allenamento periodizzato previsto per lo studio, le partecipanti hanno svolto due settimane di allenamento introduttivo nel quale gli stessi esercizi menzionati nella Tabella 1, venivano eseguiti con carichi bassi ed in forma di circuito. Questo periodo introduttivo aveva lo scopo di portare tutte le partecipanti allo stesso livello di partenza permettendo alle meno esperte di prendere dimestichezza con gli esercizi proposti nella fase sperimentale.

Tutti i soggetti sono stati valutati prima di intraprendere le 10 settimane di allenamento (PRE) e al termine di esse (POST). In ciascuna seduta di valutazione, le misurazioni antropometriche sono state effettuate prima di quelle relative alla forza ed alla potenza muscolare.

Forza e potenza

Le valutazioni della forza effettuate dalle partecipanti allo studio prevedevano il raggiungimento del carico massimo sollevabile nell'esercizio di squat, stacco da terra e distensione su panca piana.

La forza massima isometrica è stata valutata nell'esercizio di "mid thigh pull" mediante un dinamometro isometrico (Globus Iso Control; Globus, Inc., Treviso, Italia). Nell'eseguire questo test, l'altezza del bilanciere era regolata in modo che l'angolo di flessione del ginocchio risultasse di 120°. La distanza fra le mani nella presa veniva misurata per garantire che la posizione del corpo fosse la stessa nel corso di tutte le prove successive.

Ciascuna partecipante effettuava due prove isometriche con un tempo di recupero di 3 min.

Il dinamometro isometrico utilizzato veniva collegato ad un computer per ricostruire la curva forza-tempo. I dati relativi a detta curva sono stati analizzati adattando la procedura descritta da Haff et al. (1997) per dati relativi a pedane di forza in modo da renderla idonea ad analizzare dati ricavati da una cella di carico.

I parametri di inclinazione della curva, quantificati dal valore di Peak Rate of Force Development (PRFD), sono stati ricavati identificando la porzione di curva che nell'intervallo di tempo di 10/100 di secondo, riportava il massimo incremento nell'espressione di forza (Figura 3).

Il coefficiente di correlazione intraclassa relativo alla forza massima isometrica è risultato di 0,99 (SEM: 19,3 N) e di 0,82 (SEM: 505,2 N/sec⁻¹) per il PRFD nell'esercizio di mid thigh pull.

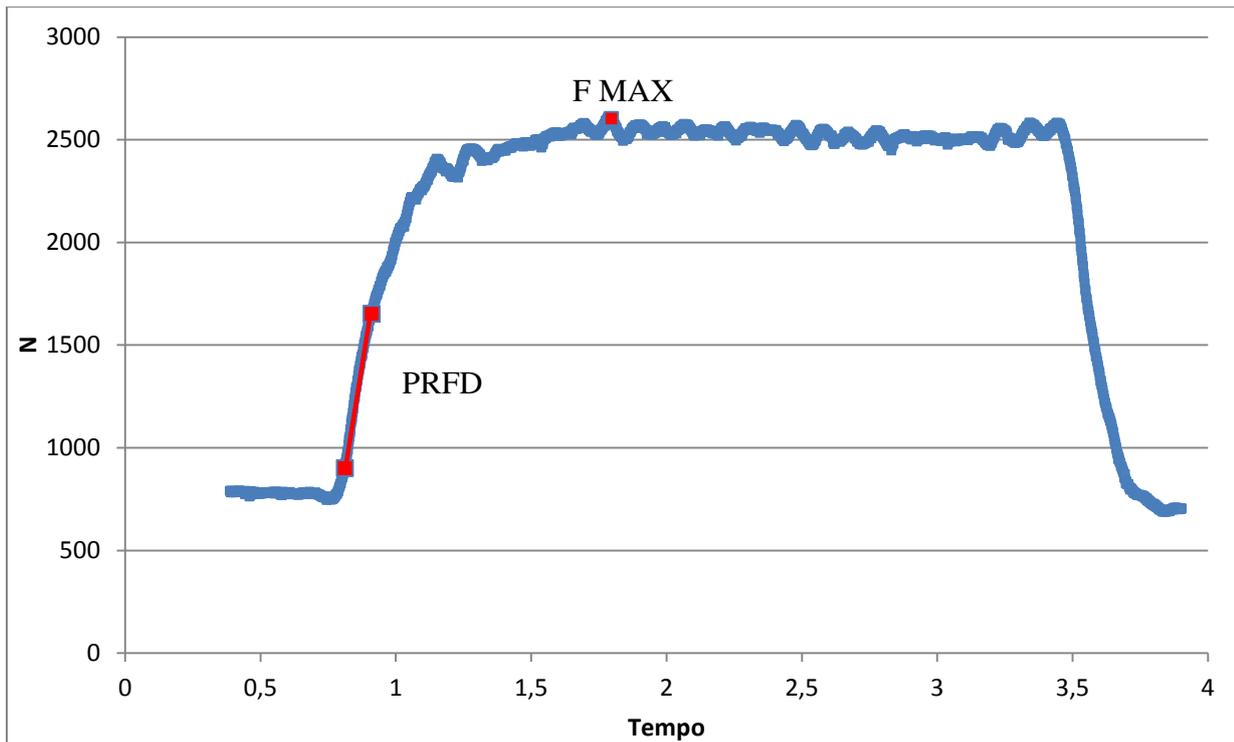


Figura 3. Esempio di curva F/T e identificazione grafica dei parametri calcolati dalla curva.



Il test per ottenere il valore massimale nella distensione su panca piana è stato realizzato utilizzando un metodo incrementale partendo da 20 kg ed incrementando di 5 kg in 5 kg fino al raggiungimento

del carico massimo sollevabile. Alle partecipanti veniva richiesto di sollevare il bilanciere il più velocemente possibile fino a raggiungere la completa estensione degli arti superiori. Per ciascun carico veniva eseguita una singola ripetizione. Attraverso un encoder ottico (Globus real Power; Globus Inc) è stata misurata la potenza espressa con ciascun carico dalle partecipanti e l'area al di sotto della curva forza-potenza (AUC) è stata calcolata utilizzando una tecnica trapezoidale (integrale della curva). Il coefficiente di correlazione intraclasse per l'AUC è risultato di 0,86 (SEM: 695,19 au).

Il test di forza massima nell'esercizio di stacco da terra è stato effettuato utilizzando bilanciere e piastre di tipo olimpico (Pallini Sport Inc, France), mentre il test massimale nell'esercizio di squat è stato svolto su Smith Machine.

Nel test di forza massima allo squat, era richiesto di sollevare il carico partendo da una posizione di accosciata con angolo di flessione del ginocchio di 90°. Il test cominciava con un carico di 40 kg ed esso veniva incrementato di 10 kg in 10 kg fino al raggiungimento del carico non più sollevabile dal soggetto. I coefficienti di correlazione intraclasse sono risultati di 0,91 (SEM: 3,0 kg), 0,87 (SEM: 10,0 kg) e di 0,77 (SEM: 5,43 kg) rispettivamente per i test massimale su panca piana, allo squat e nello stacco.

Le partecipanti hanno effettuato tre prove di CMJ (counter movement jump) con le mani ai fianchi al fine di valutare la performance di salto verticale in cm. I tempi di volo sono stati misurati attraverso una pedana di contatto (Globus Ergo Jump,; Globus Inc.) e l'altezza del salto calcolata dallo stesso dispositivo.

Il coefficiente di correlazione intraclasse per il CMJ è risultato di 0,87 (SEM: 2,19 cm). Tutte le sessioni di test sono state effettuate alla stessa ora del giorno e ad almeno 48 ore di distanza dall'ultimo allenamento.

Misure Antropometriche

Le valutazioni dei parametri antropometrici prevedevano il calcolo della composizione corporea mediante plicometria, utilizzando un apposito calibro (Lange, Cambridge Scientific Industries, Cambridge, MD). Utilizzando un metro per misure antropometriche sono state misurate le circonferenze a livello di coscia e braccio. Sulla base delle pliche misurate è stata calcolata la densità corporea e la percentuale di massa grassa con l'equazione di Jackson e Pollock (1978). L'area muscolare dell'arto superiore (AMA) è stata stimata sulla base delle circonferenze e delle pliche misurate attraverso la seguente equazione (Heimsfield et al. 1982):

$$AMA (cm^2) = [(middle-arm circumference - \pi \times mid-arm skinfold)^2 / 4 \pi] - 6.5$$

La circonferenza dell'arto superiore veniva misurata a metà fra l'acromion e l'olecrano dell'ulna dell'arto sinistro. La plica corrispondente veniva misurata sulla parte posteriore del braccio allo stesso livello utilizzato per la misurazione della circonferenza. Per stimare l'area muscolare dell'arto inferiore (TCSA) è stata utilizzata la seguente equazione (Housh et al. 1995):

$$TCSA (cm^2) = (4.68 \times mid-thigh circumference in cm) - (2.09 \times anterior thigh skinfold in mm) - 80.99$$

La circonferenza della coscia e la plica relativa venivano misurate a metà fra la cresta iliaca antero superiore ed il margine superiore della patella, nell'arto sinistro. Tutte le misure antropometriche e le plicometrie sono state effettuate dallo stesso operatore. Il coefficiente di correlazione intraclasse è risultato di 0,98 (SEM: 0,53 kg) per la massa magra, di 0,88 (SEM: 2,19 cm²) e di 0,93 (SEM: 3,91 cm²) rispettivamente per AMA e TCSA.

Analisi Statistica

La distribuzione normale dei dati è stata verificata mediante il test di Shapiro-Wilk. L'analisi della varianza (ANOVA) a due vie [Gruppo (TP vs BP) x Tempo (PRE vs POST)] con il post-hoc di Bonferroni è stato utilizzato per analizzare effetti principali e interazioni fra i gruppi. Nel caso di interazioni significative fra i gruppi, sono stati utilizzati *t*-test per dati appaiati come analisi post-hoc. La significatività statistica è stata stabilita per $p < 0,05$. Sono stati inoltre calcolati i cambiamenti percentuali dei valori fra PRE e POST $[(\text{media POST} - \text{media PRE}) / (\text{media PRE})]$ con un intervallo di confidenza del 95%. Le correlazioni fra i cambiamenti nelle aree muscolari e le variazioni nell'espressione di forza fra PRE e POST sono state calcolate utilizzando i coefficienti di correlazione di Pearson. Tutti i dati sono riportati come $\text{media} \pm DS$.

Il valore del partial eta squared (η^2_p) è stato calcolato come misura dell'effect size (ES). Come suggerito da Stevens e colleghi (Stevens 2002) effect size di 0,01; 0,06 e 0,14 sono stati interpretati rispettivamente come piccolo, medio e grande.

RISULTATI

Valutazioni prestantive

La Tabella 4 riporta i risultati dei test di forza e potenza. Un significativo effetto principale è stato rilevato fra PRE e POST per la forza massima espressa nell'esercizio di stacco ($F_{1,15} = 52.22$; $p = 0.000$; $\eta^2_p = 0.78$), squat 1RM ($F_{1,15} = 31.99$; $p = 0.000$; $\eta^2_p = 0.69$), CMJ ($F_{1,15} = 7.90$; $p = 0.013$; $\eta^2_p = 0.34$), e PRFD ($F_{1,10} = 7.45$; $p = 0.021$; $\eta^2_p = 0.43$). Non sono stati notati effetti principali significativi sulla forza massima espressa nella distensione su panca piana ($F_{1,15} = 2.18$; $p = 0.161$; $\eta^2_p = 0.13$), nella forza massima isometrica espressa nell'esercizio di mid thigh pull ($F_{1,10} = 4.46$; $p = 0.061$; $\eta^2_p = 0.308$) e nella potenza alla panca piana (AUC; $F_{1,15} = 4.21$; $p = 0.058$; $\eta^2_p = 0.22$). Un'interazione significativa fra i gruppi è stata rilevata per la forza massima espressa nell'esercizio di squat ($p = 0.039$). Ciò indica una risposta diversa nei due gruppi nei test di entrata e di uscita riguardo a questo parametro.

Strength assessment		BP group (mean \pm SD)	TP group (mean \pm SD)
CMJ (cm) [^]	PRE	34,5 \pm 6.6	33,0 \pm 4.8
	POST	35,9 \pm 6.7	35,9 \pm 7.1
Squat 1RM (kg) ^{^†}	PRE	85,6 \pm 32.9	94,4 \pm 19.7
	POST	96,25 \pm 31,0 *	119,4 \pm 23,5 *
Deadlift 1RM (kg) [^]	PRE	67,0 \pm 13,7	69,37 \pm 8,2
	POST	81,1 \pm 12,9	83,12 \pm 10,7
Bench Press 1RM (kg)	PRE	39,4 \pm 12,6	43,7 \pm 7,4
	POST	40,0 \pm 10,9	46,2 \pm 7,9
Mid-thigh pull maximal isometric strength (N)	PRE	1000,3 \pm 112,1	1048,7 \pm 207,3
	POST	1097,8 \pm 216,7	1106,7 \pm 248,8
PRFD (N/sec ⁻¹) [^]	PRE	4514,7 \pm 1239,1	4419,5 \pm 1468,7
	POST	4706,7 \pm 977,0	5265,0 \pm 1213,4
AUC Bench Press (a.u.)	PRE	3726,6 \pm 2559,3	4514,4 \pm 1379,2
	POST	4014,4 \pm 1803,9	5196,2 \pm 1398,1

Tabella 4. Parametri prestativi relativi al gruppo BP ed al gruppo TP prima (PRE) e dopo (POST) il periodo di allenamento. [^] indica un effetto principale significativo della variabile tempo; [†] indica una interazione significativa fra i gruppi.

L'aumento di forza massima allo squat ottenuto dal gruppo TP è stato significativamente superiore rispetto a quello rilevato nel gruppo BP (rispettivamente 27,7 %; e 15,2 %). La Figura 3 riporta le differenze fra PRE e POST nei due gruppi in percentuale.

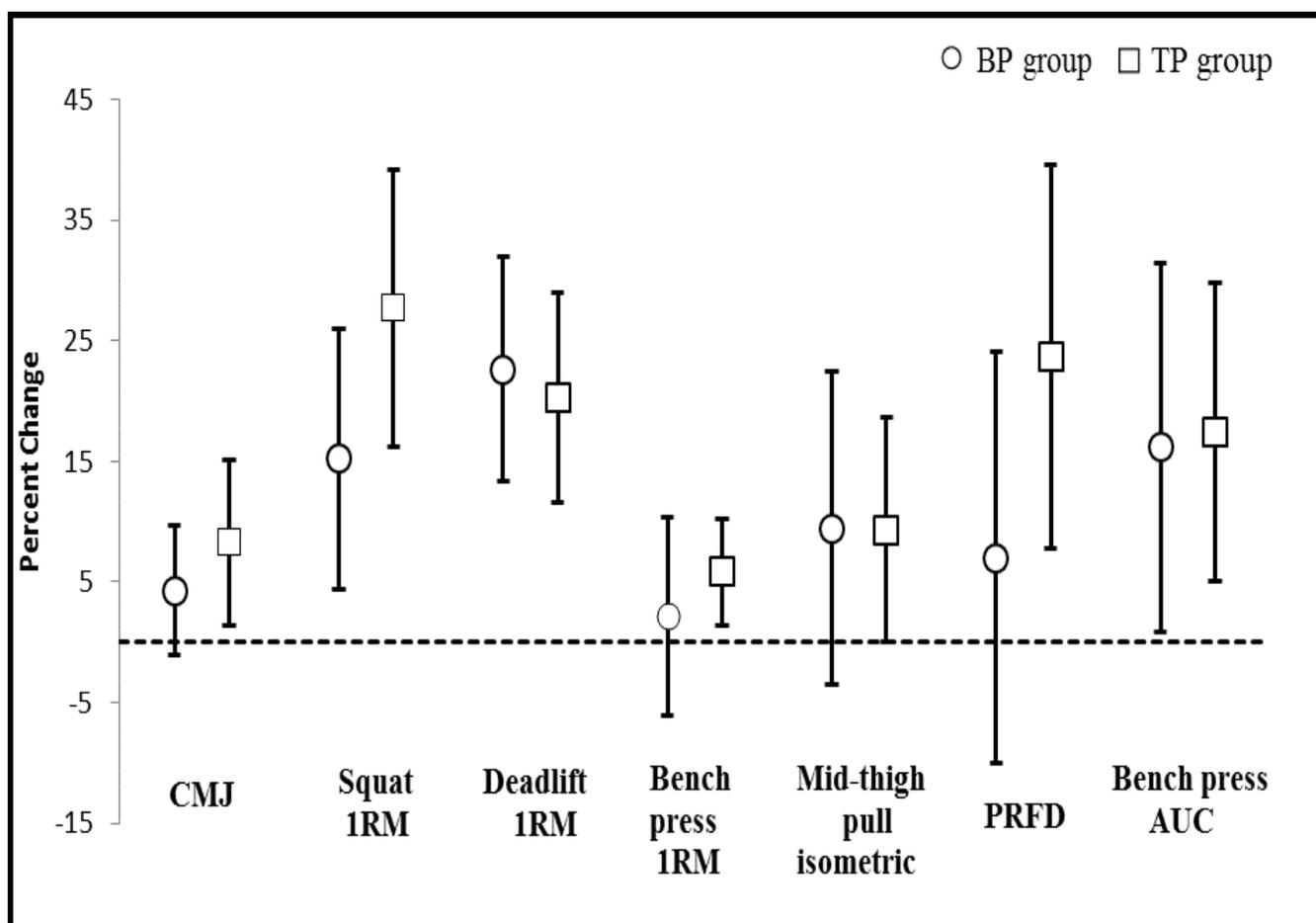


Figura 3. Incrementi percentuali ottenuti dai due gruppi nei parametri prestativi fra PRE e POST il periodo di allenamento.

Misure antropometriche

I valori antropometrici nei due gruppi sono riportati nella Tabella 5.

Anthropometric assessment		BP group (mean \pm SD)	TP group (mean \pm SD)
Body weight (kg)	PRE	62,1 \pm 5,3	59,8 \pm 11,9
	POST	62,1 \pm 5,1	59,6 \pm 11,2
Lean body mass (kg) ^	PRE	48,7 \pm 3,7	46,8 \pm 5,7
	POST	49,2 \pm 3,8	47,4 \pm 5,6
Fat mass (kg) ^	PRE	13,4 \pm 2,6	13,0 \pm 6,6
	POST	12,9 \pm 2,5	12,1 \pm 6,1
AMA (cm ²) ^	PRE	33,63 \pm 5,5	35,05 \pm 5,4
	POST	38,37 \pm 4,9	38,96 \pm 6,2
TCSA (cm ²) ^†	PRE	129,9 \pm 17,5	120,6 \pm 12,7
	POST	131,6 \pm 15,8	127,6 \pm 14,7 *

Tabella 5. Parametri antropometrici nel gruppo BP e nel gruppo TP prima (PRE) e dopo (POST) il periodo di allenamento. ^ indica un effetto principale significativo della variabile tempo; † indica una interazione significativa fra i gruppi.

E' stato rilevato un effetto principale significativo del tempo sulla massa magra (LBM; $F_{1,15} = 9,49$; $p = 0,008$; $\eta^2_p = 0,39$), sulla massa grassa FM; $F_{1,15} = 14,55$; $p = 0,002$; $\eta^2_p = 0,49$), su AMA ($F_{1,15} = 47,77$; $p = 0,000$; $\eta^2_p = 0,76$) e TCSA ($F_{1,15} = 13,16$; $p = 0,002$; $\eta^2_p = 0,47$).

Gli aumenti di AMA sono stati del 15,1 % per il gruppo TP e dell'11,2 % per quello BP. Non sono stati rilevati effetti principali sul peso corporeo in entrambi i gruppi ($F_{1,15} = 0,08$; $p = 0,774$; $\eta^2_p < 0,001$).

Una interazione significativa fra i due gruppi è stata rilevata solamente per la TCSA ($p = 0,004$). Ciò indica che il gruppo TP ha ottenuto un aumento della sezione muscolare degli arti inferiore superiore al gruppo BP (rispettivamente 5,8 %; $p = 0,001$ e 1,6 %; $p = 0,403$). Tutte le variazioni percentuali nei due gruppi fra PRE e POST sono riportate nella Figura 4.

Gli incrementi nel TCSA sono risultati correlati con i miglioramenti nel massimale di squat ($r = 0,57$; $p = 0,021$). Gli incrementi nell'AMA non sono risultati correlati con gli incrementi nei valori massimali di panca piana ($r = -0,17$; $p = 0,499$). Gli aumenti nei valori di AMA non sono risultati correlati con gli aumenti in quelli di TCSA ($r = 0,07$; $p = 0,779$).

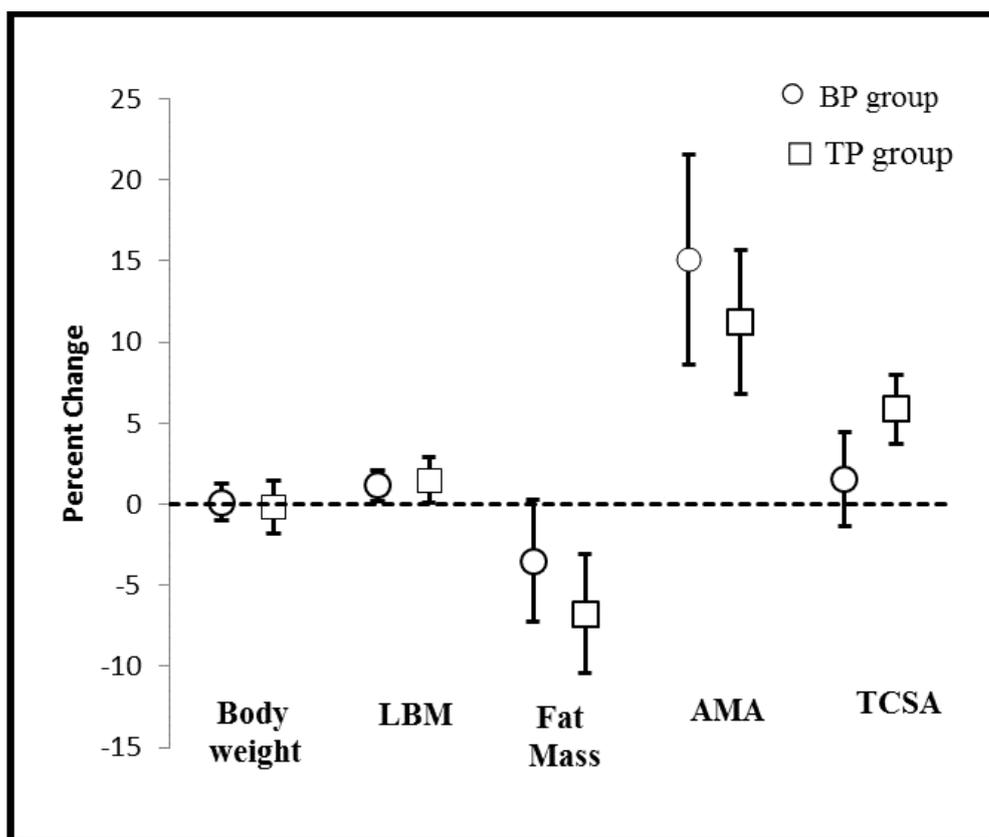


Figura 4. Incrementi percentuali ottenuti dai due gruppi nei parametri antropometrici fra PRE e POST il periodo di allenamento.



Un momento della valutazione dei parametri antropometrici.

DISCUSSIONE

I risultati del presente studio indicano che sia la periodizzazione tradizionale che quella a blocchi sono risultate efficaci per migliorare la prestazione di forza in partecipanti di genere femminile moderatamente allenate alla forza. Sono stati infatti registrati incrementi significativi in entrambi i gruppi per quanto riguarda la forza massima espressa nello stacco da terra e nello squat, la massa magra e la sezione muscolare degli arti superiori.

Gli incrementi di forza massima degli arti inferiori e l'area muscolare a livello della coscia sono risultati significativamente superiori nel gruppo che ha seguito la periodizzazione tradizionale (TP) rispetto a quello che ha utilizzato la periodizzazione a blocchi. Il gruppo TP ha migliorato la propria performance nello squat del 27,7 % mentre il gruppo BP solamente del 15,2 %. Riguardo all'area

muscolare della coscia, il gruppo TP ha evidenziato un incremento del 5,8 % mentre il gruppo BP dell'1,6 %.

Il programma di allenamento che utilizzava il modello di periodizzazione tradizionale prevedeva diverse sedute con alto volume di allenamento distribuite in ciascun mesociclo. Nel programma a blocchi invece le stesse sedute di allenamento rivolte all'ipertrofia erano concentrate nelle prime 4 settimane del primo mesociclo. La diversa distribuzione dei carichi nelle due programmazioni hanno portato portato il gruppo TP ad ottenere maggiori adattamenti a carico degli arti inferiori rispetto al gruppo BP. Nella donna gli adattamenti conseguenti ad un protocollo di allenamento rivolto all'ipertrofia, potrebbero essere perduti più velocemente rispetto ai maschi per la carenza di testosterone e la minor presenza di fibre veloci (Zatsiorsky et al. 2006).

I carichi concentrati, tipici della periodizzazione a blocchi, potrebbero aver condotto le partecipanti ad incrementi di massa magra che si sono poi ridotti nel mesociclo successivo a causa della mancanza di sedute rivolte a questo aspetto. Il volume e l'intensità dell'allenamento di forza influenzano infatti il dispendio energetico nel corso delle sedute di potenziamento muscolare (Hunter et al. 1988). Gli allenamenti caratterizzati da un alto volume rivolti all'ipertrofia muscolare, hanno un costo energetico superiore a quelli rivolti alla forza massima, caratterizzati da volumi medi (Robergs et al. 2007; Scala et al. 1987). Fattori metabolici ed endocrini potrebbero aver in parte causato le differenze fra gli adattamenti nei due gruppi.

L'aumento dell'area muscolare stimata degli arti superiori (+15,1 % per il gruppo TP e +11,2 % per il gruppo BP) è risultato percentualmente maggiore rispetto a quello ottenuto negli arti inferiori (+5,8 % per il gruppo TP e +1,6 % per il gruppo BP). Aumenti di massa muscolare maggiori negli arti superiori rispetto a quelli inferiori sono stati precedentemente riportati da vari autori (Abe et al. 2000; Chilibeck et al. 1998; Cureton et al. 1988).

La differenza negli adattamenti potrebbe essere ricondotta alla complessità degli esercizi utilizzati nel programma di allenamento. Utilizzando esercizi più complessi, come tendenzialmente risultano

quelli rivolti agli arti inferiori, l'ipertrofia potrebbe essere ridotta nelle prime settimane di allenamento a causa di una fase più protratta di apprendimento del gesto (Rutherford e Jones 1986).

I partecipanti al presente studio, tuttavia, conoscevano gli esercizi presenti nei protocolli di allenamento utilizzati.

Un'altra spiegazione del diverso adattamento fra parte alta e parte bassa del corpo, potrebbe risiedere in un diverso livello di allenamento dei due distretti all'inizio del periodo. Nonostante l'aumento di sezione muscolare trasversa registrata negli arti superiori, non vi sono stati significativi incrementi di forza massima dell'upper body. Sale e colleghi (1992) hanno riportato risultati simili quando la forza massima veniva misurata mediante un test isometrico mentre l'allenamento prevedeva solamente esercizi di forza con contrazione concentrica ed eccentrica. Nel presente studio sono stati utilizzati come valutazione della forza massima mediante il test di 1RM, gli stessi esercizi utilizzati nel programma di allenamento. Nonostante ciò gli effetti sulla forza massima espressa nella distensione su panca piana non sono risultati significativi ($p = 0,161$ per il gruppo TP e $p = 0,058$ per il gruppo BP).

Una spiegazione possibile potrebbe essere la scarsa correlazione fra l'area muscolare del braccio (AMA) ed il massimale nella distensione su panca piana in donne moderatamente allenate (Scanlan et al. 1999). Inoltre il carico massimo sollevabile in questo esercizio, dipende molto dalla sezione trasversa del muscolo grande pettorale che non veniva misurata in questo studio.

La performance di CMJ ed il PRFD nell'esercizio di mid thigh pull hanno evidenziato un miglioramento significativo solamente nel gruppo che seguiva una periodizzazione di tipo tradizionale.

Alcuni studi precedenti, che hanno confrontato la periodizzazione a blocchi con modelli ondulatori di varia natura in atleti maschi, hanno riportato risultati migliori con il primo modello (Hoffman et al. 2003). Altri lavori sperimentali non sono riusciti a stabilire la superiorità di un modello di

periodizzazione sull'altro sulla base dei risultati ottenuti (Franchini et al. 2014; Hartman et al. 2009; Hoffman et al. 2009).

I risultati contrastanti del presente studio rispetto a diversi lavori sul genere maschile, potrebbero essere collegati alle differenze ormonali nei generi. I dati del presente studio suggeriscono che mesocicli ad indirizzo multiplo tipici della periodizzazione tradizionale, che prevedono sedute rivolte all'ipertrofia distribuite nei vari mesocicli, potrebbero risultare più idonei per l'allenamento di soggetti di genere femminile.

Nella periodizzazione a blocchi invece, i mesocicli rivolti in modo univoco alla forza massima, potrebbero non fornire stimoli sufficienti al mantenimento dell'ipertrofia ottenuta nei mesocicli precedenti.

Al contrario la periodizzazione a blocchi potrebbe risultare più idonea a sollecitare adattamenti nel genere maschile che presenta una minore tendenza a perdere gli aumenti di trofismo muscolare ottenuto con carichi concentrati rispetto alle femmine. Un differente rapporto fra anabolismo e catabolismo è stato infatti rilevato fra maschi e femmine e ciò potrebbe essere parzialmente riconducibile all'effetto anabolico del testosterone (Deschenes et al. 1991).

Alla luce dei risultati del presente studio, emerge una superiorità della periodizzazione tradizionale rispetto a quella a blocchi per partecipanti di genere femminile in termini di aumento della sezione muscolare e della forza massima degli arti inferiori.

PARTE IV. Conclusioni ed applicazioni della ricerca.

La periodizzazione dell'allenamento, definita come organizzazione e programmazione a medio termine dei carichi di allenamento (Zatsiorsky e Kraemer 2006), riveste un ruolo di primaria importanza per l'ottimizzazione del processo di adattamento dell'atleta e per far coincidere il periodo di forma sportiva con quello agonistico.

Gli studi sperimentali riportati confermano come diverse distribuzioni dei carichi di allenamento nel corso di un periodo di preparazione, possano determinare adattamenti differenti sia in partecipanti di genere maschile che femminile.

La periodizzazione a blocchi ha portato a risultati migliori in un campione di atleti di forza e potenza maschi nel corso di 15 settimane di allenamento della forza rispetto ad una periodizzazione di tipo tradizionale. Il gruppo che seguiva il modello a blocchi ha ottenuto miglioramenti significativamente superiori al gruppo che seguiva una programmazione lineare nella forza massima degli arti superiori espressa alla panca piana e nell'AUC relativa alla curva forza-potenza espressa nel medesimo esercizio.

Non sono state riscontrate differenze fra i gruppi per quanto riguarda i parametri antropometrici. L'utilizzo di carichi di allenamento concentrati e la successione dei diversi contenuti ha portato a risultati migliori rispetto ai contenuti di forza meno univoci tipici del modello tradizionale.

I parametri ormonali in questo potrebbero aver giocato un ruolo non secondario.

L'indagine dei livelli salivari di testosterone e cortisolo ha rilevato un aumento delle concentrazioni di testosterone in seguito ad allenamenti di potenza muscolare indipendentemente dalla fase del mesociclo nella quale venivano introdotti. Più sedute rivolte a questo aspetto della forza potrebbero aver contribuito all'espressione dell'effetto ritardato e cumulativo dei contenuti dei mesocicli

precedenti. Ciò confermerebbe quanto ipotizzato dai primi proponenti della periodizzazione a blocchi e quanto è stato sovente riscontrato nella pratica sportiva.

Lo studio sperimentale che ha coinvolto partecipanti di genere femminile moderatamente allenati, ha confrontato un programma stilato secondo il modello a blocchi con un programma che seguiva il modello tradizionale in un periodo di 10 settimane. A differenza dello studio sui maschi, quello sulle femmine era focalizzato sulla forza massima e non erano previste fasi incentrate sulla potenza muscolare.

Detto studio sperimentale ha riportato risultati migliori utilizzando la programmazione tradizionale in termini di forza massima degli arti inferiori e di aumento dell'area della sezione muscolare della coscia. La periodizzazione tradizionale, caratterizzata da contenuti di allenamento differenti nel corso di ciascun mesociclo, ha portato quindi a risultati migliori rispetto ai carichi concentrati tipici della periodizzazione a blocchi.

I risultati opposti ottenuti nei due studi sperimentali evidenziano differenze nei due sessi per quanto concerne l'adattamento ai carichi di allenamento di forza. Se come suggeriscono diversi autori, gli adattamenti al carico sono qualitativamente analoghi in maschi e femmine, le differenze potrebbero risiedere negli aspetti quantitativi degli adattamenti in particolare riguardo all'ipertrofia muscolare. Diversi studi riportano incrementi di massa muscolare percentualmente analoghi in maschi e femmine, ma differenti in termini assoluti (Cureton et al. 1988; Davies et al. 1988). La carenza dei livelli di testosterone nella donna, potrebbe diminuire la possibilità di ottenere aumenti importanti di massa magra e di mantenere i livelli raggiunti nel tempo.

Nell'atleta maschio, periodi di allenamento completamente dedicati alla forza massima o alla potenza, caratterizzati da un volume di allenamento medio-basso, non inficiano negativamente gli adattamenti in termini di aumento della massa muscolare ottenuti in mesocicli precedenti.

Nelle donne invece, l'assenza di frequenti richiami di ipertrofia e la concentrazione degli allenamenti ad essa rivolti in un lasso di tempo breve, potrebbero limitare gli adattamenti in direzione della forza massima.

Il timing dei vari contenuti di allenamento, come evidenziato da questo studio sperimentale, dovrebbe adeguarsi alle caratteristiche dell'atleta anche in termini di genere.

Le donne necessitano probabilmente di allenamenti rivolti all'ipertrofia muscolare e caratterizzati da un alto volume di allenamento distribuiti nel corso di tutto periodo di preparazione per non ridurre gli adattamenti in questa direzione.

Il diverso livello di qualificazione dei partecipanti ai due studi sperimentali potrebbe aver influenzato i risultati. In particolare la periodizzazione a blocchi potrebbe essere più adatta ad atleti evoluti rispetto a quella di tipo tradizionale. I partecipanti di genere maschile erano infatti altamente allenati e avevano svolto in precedenza competizioni in sport di forza e potenza come lanci dell'atletica leggera e football americano. La difficoltà di reclutamento di atlete di forza e potenza che partecipassero allo studio ha fatto sì che si dovesse accettare uno standard diverso di partecipanti.

I risultati differenti in maschi e femmine potrebbero essere in parte spiegati con questa differenza. Issurin (2008) suggerisce infatti come la popolazione più idonea all'utilizzo del modello a blocchi sia quella composta da atleti evoluti; in letteratura tuttavia non vi sono dati sperimentali a riguardo.

L'effetto acuto delle sedute di allenamento rivolte alla potenza muscolare sui livelli salivari di testosterone, suggerisce come l'esecuzione di esercizi dinamici con sovraccarichi medio-bassi, possa rivestire un ruolo di primaria importanza nell'incremento di forza.

In particolare, l'introduzione di esercizi caratterizzati da elevate velocità di contrazione e sovraccarichi dell'ordine del 50 % di 1RM in alcune sedute potrebbe aumentare l'efficacia complessiva di un programma di allenamento rivolto prevalentemente alla forza massima o all'ipertrofia. Ciò è confermato dalla presenza di esercitazioni rivolte alla potenza muscolare nei programmi di allenamento di atleti praticanti competizioni di "Strongman" e Powerlifting (Winwood

et al. 2011, Chiu 2007) nelle quali le espressioni di potenza sono nettamente minoritarie rispetto a quelle di forza massima e forza resistente. La presenza di esercizi di potenza potrebbe indicare una conoscenza degli effetti di essi su base prevalentemente empirica da parte dei tecnici di settore.

La conoscenza degli effetti dei vari modelli di periodizzazione sulla prestazione di forza e potenza e le differenze riscontrabili in termini di adattamenti anatomici e prestativi in corrispondenza di varie tipologie di distribuzione dei parametri del carico, consentono un'organizzazione più precisa ed efficace del processo di allenamento.

I dati relativi ai maschi ed alle femmine, forniscono poi informazioni importanti per i tecnici che si occupano di atleti di entrambi i generi che devono necessariamente differenziare i carichi e la loro periodizzazione al fine di ottenere i massimi risultati.

Bibliografia

- Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur J Appl Physiol* 81:174-180,2000.
- Apel JM, Lacey RM, Kell R. A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. *J Strength Cond Res* 25:694-703,2011.
- Baker D. Cycle-length variants in periodized strength/power training. *Natl Stength Cond Assoc J* 29(4):10-17,2007.
- Bartolomei S, Hoffman JR, Merni F, Stout JR. A comparison of traditional ad block periodized strength training programs in trained athletes. *J Strength Cond Res* 28(4):990-997,2014.
- Baker D, Wilson G, Carlyon R. Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Cond Res* 8(4):235-242,1994.
- Beaven CM, Gill ND, Cook CJ. Salivary testosterone and cortisol responses in professional rugby players after four resistance exercise protocols. *J Strength Cond Res* 22(2):426-432,2008.
- Bellotti P, Zanon S. Storia del concetto di allenamento. Perugia, Italy: Calzetti Mariucci, 2008.
- Bompa T, Di Pasquale M, Cornacchia L. Serious strength training. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.
- Bompa T, Carrera MC. Periodization training for sports. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005.
- Bondarchuck A. Transfer of training in sports. Muskegon, MI: Ultimate Athlete Concept, 2007 (translated from Russian by Yessis M.).
- Bourne ND. Fast Science: a history of training theory and methods for elite runners through 1975. Doctoral Thesis presented to the Faculty of Texas at Austin, 2008.
- Brown LE, Greenwood M. Periodization essentials and innovations in resistance training protocols. *Natl Stength Cond Assoc J* 24(4),80-85,2005.
- Buford TW, Rossi SJ, Smith DB, Warren AJ. A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res* 21(4):1245-1250,2007.
- Cissik J, Hedrick A, Barnes M. Challenges applying the research on periodization. *Natl Stength Cond Assoc J* 30(1):45-51,2008.
- Chilibeck PD, Calder AW, Sale DG, Webber CE. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *Eur J Appl Physiol* 77:170-175,1998.
- Chiu LZ. Powerlifting versus weightlifting for athletic performance. *Natl Stength Cond Assoc J* 29(5):55-57,2007.

- Coutts AJ, Cormack S. High performance training for sports. Joyce D, Lewindon D. editors. Champaign, IL. Human Kinetics 2014.
- Crewther BT, Cronin J, Keogh J, Cook C. The salivary testosterone and cortisol response to three loading schemes. *J Strength Cond Res* 22(1):250-255,2008.
- Crewther BT, Lowe TE, Ingram J, Weatherby RP. Validating the salivary testosterone and cortisol concentration measures in response to short high-intensity exercise. *J Sports Med Phys Fitness* 50(1): 85-92,2010.
- Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon FM. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exec* 20:338-344,1988.
- Davies J, Parker DF, Rutherford OM, Jones DA. Changes in strength and cross sectional area of the elbow flexor as a result of isometric strength training. *Eur J Appl Physiol* 57:667-670, 1988
- Deschenes M, Kraemer W, Maresh C, Crivello J. Exercise induced hormonal changes and their effects upon skeletal muscle tissue. *Sport Med* 12:80-93,1991.
- Fleck SJ. Periodized Strength Training: a critical review. *J Strength Cond Res* 1999;13(1):82-89.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. The Ultimate Training System. Periodization breakthrough! New York, USA: Advanced Research Press, Inc. 1996.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing resistance training programs. Champaign IL: Human Kinetics, 1997.
- Franchini E, Branco BM, Agostinho MF, Calmet M, Candau R. Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological and performance responses to simulated Judo matches. *J Strength Cond Res* 2014 [Epub ahead of print].
- Fry AC, Kraemer, WJ. Resistance exercise overtraining and overreaching: neuroendocrine Response. *Sports Med* 23(2):106-129,1997.
- Fry AC, Kraemer WJ, Ramsey LT. Pituitary-adrenal-gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining. *J Appl Physiol* 85(6); 2352-9,1998.
- Fry AC, Kraemer WJ, Stone MH, Warren B, Kearney JT, Fleck SJ, Weseman CA. The effect of amino acid supplementation on testosterone, cortisol and growth hormone responses to one week of intensive weightlifting. *Int J Sport Nutr* 3: 306-322,1992.
- Fry AC, Lohnes CA. Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance training. *Hum Phys* 36(4): 457-461,2010.
- Graham J. Periodization research and an example application. *Natl Stength Cond Assoc J* 24(6):62-70,2002.

Haff GG, Stone M, O'Bryant H, Harman E, Dinan C, Johnson R, Han K-H. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. *J Strength Cond Res* 11(4):269-272,1997.

Häkkinen K, Pakarinen A. Serum hormones in male strength athletes during intensive short term strength training. *Eur J of Appl Physiol* 63(3-4): 194-199,1991.

Häkkinen K, Pakarinen A, Alén M, Kauhanen H, Komi PV. Relationship between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *Int J Sports Med* 8: 61-65,1987.

Harre D. Trainingslehre. Sportverlag, Berlin, Germany 1972 (Tradotto da Comucci N. Società Stampa Sportiva, Roma 2005).

Harris GR, Stone MH, O'Bryant HS, Proulx CM, Johnson RL Short term performance effects of high power, high force or combined weight training methods. *J Strength Cond Res* 14:14-20,2000.

Hartman H, Bob A, Wirth K, Schmidtbleicher D. Effect of different periodization models on rate of force development and power ability of upper extremities. *J Strength Cond Res* 23(7):1921-1932,2009.

Heimsfield SB, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon, DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 36:680-690,1982.

Hoffman J. NSCA's Guide to program design. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012.

Hoffman JR. Physiological aspects of sport training and performance. 2nd ed. Champaign, IL. Human Kinetics 2014.

Hoffman JR, Ratamess NA, Klat M, Faigenbaum AD, Ross RE, Tranchina NM et al. Comparison between different off-season resistance training programs in division III American college football players. *J Strength Cond Res* 23(1):11-19,2009.

Hoffman JR, Ratamess NA, Kang J, Falvo MJ, Faingenbaum AD. Effects of protein intake on strength, body composition and endocrine changes in strength/power athletes. *Journal of the International Society of Sport Nutrition* 3(2):12-18,2006.

Hoffman JR, Ratamess NA, Kang J, Falvo MJ, Faingenbaum AD. Effects of protein supplementation on muscular performance and resting hormonal changes in college football players. *J Sports Sci Med* 6(1):85-92,2007.

Hoffman JR, Wendell M, Cooper J, Kang J. Comparison between linear and nonlinear in-season training programs in freshman football players. *J Strength Cond Res* 17(3):561-565,2003.

Hoffman JR, Wendell M, Cooper J, Kang J. Comparison between linear and non linear in season training program in freshmen training program. *J Strength Cond Res* 17(3):561-565,2003.

Housh DJ, Housh TJ, Weir JP, Weir LL, Johnson GO, Stout JR. Anthropometric estimation of thigh cross-sectional area. *Med. Sci. Sports Exerc* 27(5):789-791,1995.

Hunter G, Blackman L, Dunnam L, Flemming G. Bench press metabolic rate as a function of exercise intensity. *J Strength Cond Res* 21:1-6,1988.

Issurin VB. Block Periodization. Breakthrough in sport training. Grand Rapid, Michigan: Ultimate Athlete Concept, 2008.

Issurin VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sport Med* 40(3):189-206,2010.

Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Brit J Nut* 40(3):497-504,1978.

Johnson WO, Verschoth A. Thrown free. How the East German sports machine molded, trained and broke an Olympic hero and how he won his fight for freedom. Simon and Schuster editors. New York, 1991.

Kawamori N, Haff G. The optimal training for development of muscular power. *J Strength Cond Res* 18:675-684,2004.

Kraemer WJ, Fleck SJ. Optimizing strength training - Design nonlinear periodization workouts. Champaign IL: Human Kinetics, 2007.

Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, Marchitelli LJ, Mello R, Dziados JE, Friedl K, Herman E, Maresh CM, Fry AC. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J of Sports Med* 12(2): 228-235,1991.

Kraemer WJ, Häkkinen K, Triplett-McBride NT, Fry AC, Koziris LP, Ratamess NA, Bauer JE, Volek JS, McConnell T, Newton RU, Gordon SE, Cummings D, Hauth J, Pullo F, Lynch JM, Mazzetti SA, Knuttgen HG, Fleck SJ. Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Med Sci Sports Exerc* 35 (1):157-168,2003.

Kraemer WJ, Loebel CC, Volek JS, Ratamess NA, Newton RU, Wickam RB, Gotshalk LA, Duncan ND, Mazzetti SA, Gómez AL, Rubin MR, Nindl BC, Häkkinen K. The effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary testosterone in men. *Eur J Appl Physiol* 84(1-2):13-18, 2001.

Kraemer WJ, Nindl BC, Ratamess NA, Gotshalk LA, Volek JS, Fleck SJ, Newton RU, Häkkinen K. Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 36(4):697-708,2004.

Kraemer WJ, Ratamess N, Fry AC, Triplet McBride T, Koziris LP, Bauer JA, Lynch JM, Fleck SJ. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *Am J Sports Med* 28:626-708,2000.

Kusnezow VV. La preparazione della forza. Principi teorici dello sviluppo della forza. Udine, Italia: nuova Atletica dal Friuli, 1982 (tradotto dal russo da Klein L. titolo originale: Silovaja podogotovka sportsmenov vyssich razrjadov. Fizkultura i Sport, Moscow: 1970).

- Linnamo V, Pakarinen A, Komi PV, Kraemer WJ, Hakkinen K. Hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. *J Strength Cond Res* 19(3): 566-571,2005.
- Lusa Cadore, E, Lhullier, FL, Arias Brentano, M, Marczwski Da Silva, E, Bueno Ambrosini, M, Spinelli R, Ferrari Silva R, Martins Krueel LF. Salivary hormonal responses to resistance exercise in trained and untrained middle-aged men. *J Sports Med Phys Fitness* 49(3): 301-307,2009.
- McGuigan MR, Egan AD, Foster C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *J Sports Sci Med* 3(1): 8-15,2004.
- Matveev LP. Sport Training Periodization (in Russian). *Teor. I Pratk fiz Kult* 1958.
- Matveev LP. The problem of training periodization in sports (in Russo). Moscow, Russia: Progress Publishers, 1965.
- Matveev L. Fundamentals of sport training. Moscow, Russia: Fizkultura I Sport, 1977 (translated by Albert P. Zdornykh. Moscow, Russia, 1981).
- Matveev LP. Periodisierung des sportlichen training. Berlin, Germany: Berles end Wernitz, 1972.
- Matveev L. L'allenamento e la sua organizzazione. *Scuola dello Sport* 1990;18:2-6.
- Medvedev AS. A program of multi – year training in weightlifting. Moscow, Fizkultura I Sport 1986 (translated by Charniga A, Livornia, Michigan: Spiortivny Press, 1995).
- Miranda M, Simão R, Rhea M, Bunker D, Prestes J, Leite RD, et al. Effects of Linear vs. Daily Undulating Periodized resistance training on maximal and submaximal strength gains. *J Strength Cond Res* 25(7):1824-1830,2011.
- Monteiro AG, Aoki MS, Evangelista AL, Alveno DA, Monteiro GA, da Cruz Picarro I, et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. *J Strength Cond Res* 23(4):1321-6,2009.
- Painter KB, Haff GG, Ramsey MW, McBride J, Triplett T, Sands WA, et al. Strength gains: block versus daily undulating periodization weight training among Track and Field athletes. *International Journal of Sport Physiology and Performance* 7(2):161-9,2012.
- Pipes TV. Variable resistance versus constant resistance strength training in adult males. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 39: 27-35, 1978.
- Plisk SS, Stone MH. Periodization strategies. *Natl Stength Cond Assoc J* 25(6):19-37,2003.
- Poliquin C. Five steps to increasing the effectiveness of your strength training program. *Nat. Stength Cond Assoc J* 10(3):34-39,1988.
- Potteiger J, Judge L, Cerny J, Potteiger V. Effects of altering training volume and intensity on body mass, performance and hormonal concentrations in weight-events athletes. *J Strength Cond Res* 9(1):55-58,1995.

- Stone, MH, Potteiger, JA, Pierce, KC, Proulx, CM, O'Bryant, HS, Johson, RL, Stone, ME. A comparison of the effect of three different weight-training programs on the one repetition maximum squat. *J Strength Cond Res* 14(3): 332-337,2000.
- Prestes J, Frollini AB, De Lima C, Donatto FF, Foschini D, De Cassia Marqueti R, et al. Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. *J Strength Cond Res* 23(9):2437-2442,2009.
- Prokop L, Rossner F. Erfolg in Sport: theorie und praxis der leistungssteigerung. Munich, Germany: Herbert St. Förlinger, 1959.
- Ravaglioli F. Filosofia dello Sport. Armando editore. Roma 1990.
- Rhea MR, Ball SD, Phillips WT, Burkett LN. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. *J Strength Cond Res* 16(2):250-255,2002.
- Riordan J. Sport in Soviet Society: development of sport and physical education in Russia and USSR. Cambridge, Great Britain: Press Syndicate of the University of Cambridge, 1977.
- Robergs RA, Gordon T, Reynolds J, Walker TB. Energy expenditure during bench press and squat exercises. *J Strength Cond Res* 21(1):123-130,2007.
- Rutherford OM, Jones DA. The role of learning and coordination in strength training. *Eur J Appl Physiol* 55:100-105,1986.
- Sale DG, Martin JE, Moroz DE. Hypertrophy without increased isometric strength after weight training. *Eur J Appl Physiol* 64:51-55,1992.
- Salvador A, Suay F, González-Bono E, Serrano MA. Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology* 28(3): 364-375,2003.
- Scala D, McMillan G, Blessing D, Rozenek R, Stone M. Metabolic cost of a preparatory phase of training in weightlifting: a practical observation. *J Strength Cond Res* 1(3):1519-1533, 1987.
- Scanlan JM, Ballmann KL, Mayhew JL, Lantz CD. Anthropometric dimension to predict 1-RM bench press in untrained females. *J Sports Med Phys Fitness* 39(1):54-60,1999.
- Schlumberger A, Stec J, Schmidtbleicher D. Single- vs. multiple-set strength training in women. *J Strength Cond Res* 15 (3):284-289,2001.
- Silvester J. Complete book of throws. Champaign, IL: Human Kinetics 2003.
- Simão R, Spinetti J, De Salles BF, Matta T, Fernandes L, Fleck SJ, et al. Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: hypertrophic and strength effects. *J Strength Cond Res* 26(5):1389-1395,2012.
- Siff MC. Supertraining. 6th ed. Denver, CO: Supertraining Institute, 2003.

- Smilios I, Tsoukos P, Zafeiridis A, Spassis A, Tokmakidis SP. Hormonal responses after resistance exercise performed with maximal and submaximal movement velocities. *Appl Physiol Nutr Metab* 39(3): 351-357,2014.
- Stevens JP. Applied multivariate statistics for the social science. Mahaw, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 2002.
- Staron RS, Malicky ES, Leonardi MJ, Falkel JE, Hagermann FC, Dudley GA. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiology* 60(1):71-79,1990.
- Stone M, O'Bryant H, Garhammer J. A hypothetical model for strength training. *J Sport Med* 21:342-351,1981.
- Stone MH, Potteiger JA, Pierce KC, Proulx CM, O'Bryant HS, Johnson RC, et al. Comparison of the effects of three different weight training programs on the one repetition maximum squat. *J Strength Cond Res* 14(3):332-337,2000.
- Tan B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximal strength in men: a review. *J Strength Cond Res* 13(3):289-304,1999.
- Tschiene P. Il ciclo annuale di allenamento. *Scuola dello Sport* 2:14-21,1985.
- Turner A. The science and practice of periodization: a brief review. *Natl Stength Cond Assoc J* 33(1),34-46,2011.
- Umeda T, Hiramatsu R, Iwaoka T, Shimada T, Miura F, Sato T. Use of saliva for monitoring unbound free cortisol levels in serum. *Clin Chim Acta* 110: 245-253,1981.
- Verkhoshansky JV. La programmazione e l'organizzazione del processo di allenamento sportivo. Roma, Italy: Società Stampa Sportiva, 1987.
- Verkhoshansky JV. La moderna programmazione dell'allenamento sportivo (translated from Russian by O. Jourtchennko). Roma, Italy: Scuola dello Sport, 2001.
- Verkhoshansky JV. Special strength training : A practical manual for coaches. Grand Rapid, Michigan: Ultimate Athlete Concepts, 2006.
- Verkhoshansky JV. Principles for the construction of training program in track and field strength specialties (in Russian). Moscow, Russia: Liogkaja atletika, 1979.
- Verkhoshansky JV. Fundamentals of special strength training in Sport. Moscow, Russia: Fizkultura i Sport 1977 (translated from Charniga, AC. Livonia, Michigan: Sportivny Press 1986).
- Vittek J, L'Hommedieu DG, Gordon GG, Rappaport SC, Southren A. Direct radioimmunoassay (RIA) of salivary testosterone: Correlation with free and total serum testosterone. *Life Sci* 37(8):711-716,1985.

Volek, JS, Kraemer, WJ, Bush, JA, Incledon, T, Boetes, M. Testosterone and cortisol in relationship to dietary nutrients and resistance exercise. *J Appl Physiol* 82(1):49-54,1997.

Vorobjev A. A textbook on Weightlifting. Budapest, Hungary, 1978.

Vorobjev A. Some problems in training theory. *Teor. I Pratk fiz Kult* 10,1974.

Vorobjeva E, Vorobjev A. Die Adaption in sportlichen Training al seine der Formen der biologischen Anpassung des Organismus an Umwelt- und Entwicklungsbedingungen. *Leistungssport* 2;1978.

Winwood PW, Keogh JWL, Harris NK. The strength and conditioning practices of strongman competitors. *J Strength Cond Res* 25(11): 3118-3128,2011.

Wirth K, Schmidtbleicher D. La periodizzazione nell'allenamento della forza rapida. *Scuola dello Sport* 73:3-11,2007.

Yessis M. Secrets of Russian Sports Fitness and Training. Grand Rapid, Michigan: Ultimate Athletic Concept, 2008.

Zatsiorsky, VM, Kraemer, WJ. Science and practice of strength training. Second Edition. Champaign IL: Human Kinetics, 2006.

Sentiti ringraziamenti al Prof. Franco Merni,
all'Università di Bologna
ed al Prof. Jay Hoffman
per le straordinarie opportunità concessemi.