

# DIFFERENZE TRA PROGRAMMI DI PLIOMETRIE SU PIANI FRONTALI E SAGITTALI ESEGUITE NEL PERIODO DI PRECAMPIONATO E IL LORO EFFETTO SULL'ALTEZZA DI SALTO IN GIOCATORI DI PALLACANESTRO DELL'HIGH SCHOOL (LICEO).

Jeffrey A. King e Daniel J. Cipriani

## **Astratto:**

Lo scopo primario di questo studio era valutare se le pliometrie eseguite sul piano frontale (FP), che sono definite come pliometrie caratterizzate da componenti laterali, avrebbero prodotto un'incremento dell'altezza di salto (VJH) simile a quello ottenuto con pliometrie eseguite sul piano sagittale (SP). Trentadue giocatori di pallacanestro in età liceale hanno partecipato a 6 settimane di allenamenti con pliometrie. I giocatori hanno seguito esclusivamente il programma di allenamento con FP o SP per l'intera durata dello studio. L'altezza di salto è stata misurata in tre sessioni: pre-programma (test iniziale), alla settimana 3 di allenamento preparatorio, e alla settimana 6 di allenamento. Statistiche descrittive sono state calcolate per VJH. ANOVA con misure ripetute è stata usata per testare la differenza nei risultati medi di altezza di salto utilizzando i metodi di allenamento FP e SP. I risultati hanno mostrato un effetto significativo nel tempo per il salto verticale ( $p < 0.001$ ). Solo il gruppo SP ha mostrato miglioramenti in VJH,  $p < 0.05$ . Il gruppo FP non ha fatto segnalare cambiamenti statisticamente rilevanti. I dati da questo studio indicano che un programma di allenamento con FP non ha avuto significativi effetti su VJH mentre miglioramenti significativi sono stati osservati nei soggetti che hanno eseguito SP, rinforzando il concetto di specificità dell'allenamento. Ad ogni modo gli allenatori dovrebbero utilizzare entrambi i tipi di pliometrie poiché entrambi le modalità di allenamento possono produrre miglioramenti sulla forza esplosiva e rapidità tra i giocatori di pallacanestro.

## **Introduzione:**

Per avere successo negli sport dove espressioni di salto sono un elemento costante del movimento sportivo (ad esempio pallacanestro, pallavolo o football americano), è imperativo che gli atleti siano esplosivi. Per questo motivo la necessità di allenare la forza esplosiva è vitale affinché un atleta si efficiente in maniera esplosiva. Molti preparatori fisici allocano molto tempo all'allenamento della forza esplosiva (11). Una misura diffusa della forza esplosiva è il test di salto verticale. Il salto verticale è un'essenziale abilità motoria per l'allenamento sportivo e la valutazione della performance, ed è la manifestazione della forza esplosiva (15). I preparatori fisici lavorano per aumentare l'espressione di forza esplosiva della parte bassa del corpo di un atleta attraverso l'utilizzo di programmi di allenamento con pliometrie (14).

Le pliometrie sono definite come movimenti brevi, esplosivi che attivano lo stretch-shortening cycle per migliorare la forza eccentrica, l'elasticità e l'esplosività. Le pliometrie si suddividono in 4 fasi: la fase di inerzia, nel quale il corpo è in movimento grazie all'energia cinetica derivante da un'azione precedente; la fase "istante-costante", il periodo dove l'inerzia cessa a causa di un contatto con una superficie; la fase di ammortizzazione, nella quale l'energia cinetica provoca un riflesso da stiramento e successivamente una contrazione eccentrica seguita da un'azione esplosiva; quindi la fase di rimbalzo, nella quale l'energia elastica viene rilasciata dal tessuto connettivo ed una contrazione concentrica involontaria occorre a causa del riflesso da stiramento (5). Tutte e quattro le fasi devono essere eseguite correttamente per sviluppare un salto esplosivo. In un giocatore di pallacanestro, l'abilità di essere esplosivo nella parte bassa del corpo è molto importante. Uno studio recente effettuato su giocatori collegiali di pallacanestro ha mostrato una

forte correlazione tra abilità di salto verticale e minutaggio in partita (6). Alcuni studi suggeriscono come l'utilizzo di un programma di allenamento con pliometrie può migliorare l'altezza di salto verticale in atleti di diverso livello (1,3,4,9). L'allenamento esplosivo, se utilizzato in maniera appropriata, porta a miglioramenti nel reclutamento di unità motorie, nella loro sincronizzazione ed un maggior impulso centrale a livello nervoso (2). Molti preparatori fisici utilizzano l'allenamento esplosivo (pliometrie) per migliorare l'esplosività nel salto. Inoltre, alcuni studi hanno dimostrato che programmi di pliometrie efficienti portano a cambiamenti neuromuscolari positivi negli atleti, riducendo dunque il rischio di infortuni negli arti inferiori come le lesioni al legamento crociato anteriore (ACL) in entrambi i sessi (12,16). La maggior parte di questi salti sono verticali (piano sagittale [SP] dominante). L'esecuzione di un salto verticale richiede lo spostamento del baricentro in maniera longitudinale, dividendo il corpo nelle sezioni di destra e sinistra (taglio sagittale) e quindi spostando il baricentro verticalmente. L'utilizzare pliometrie a base sagittale per migliorare l'altezza di salto si basa sul principio di specificità. Il principio di specificità dell'allenamento afferma che l'allenamento della forza deve implementare movimenti biomeccanicamente simili a quelli specifici dello sport per produrre degli stimoli allenanti (17). Il principio di specificità implica inoltre che per migliorare l'esecuzione di un particolare esercizio o abilità, l'allenamento deve includere quel particolare esercizio o quella particolare abilità. Per essere un miglior saltatore un atleta deve allenarsi nel salto verticale. Young et al. (17) hanno condotto uno studio per determinare se la specificità dell'allenamento potesse migliorare i tempi nei test di velocità e agilità negli atleti. Giovani atleti maschi in età post puberale hanno partecipato ad un programma di allenamento di agilità o un programma di allenamento di sprint per 6 settimane. Alla fine del programma gli atleti sono stati testati sull'agilità e la velocità. I risultati hanno mostrato che i soggetti che hanno partecipato al programma di allenamento di sprint hanno migliorato significativamente la loro velocità lineare ( $p < 0.05$ ). D'altro canto i miglioramenti nei test di agilità sono apparsi limitati. Allo stesso modo, i soggetti che hanno partecipato al programma di allenamento sull'agilità hanno migliorato significativamente nei test di cambio di direzione ( $p < 0.05$ ); nessun miglioramento è stato notato nella performance di sprint lineare. Inoltre, più complesso era l'esercizio di agilità, meno notevole era il transfer di allenamento della velocità nell'esercizio di agilità (17). Young e Scarlett hanno attribuito la mancanza di transfer dalla velocità all'agilità alle differenze biomeccaniche che esistono tra le due richieste motorie. Sebbene alcuni studi hanno dimostrato il principio della specificità deppennamento applicato agli adulti in movimenti come l'agilità e della velocità lineare aperta parentesi 17), pochi studi hanno esaminato il ruolo che il principio di specificità dell'allenamento ricopre nello sviluppo di giovani atleti liceali. La maggior parte degli atleti sotto i 18 anni non hanno sviluppato interamente il loro sistema neurale (2). Gli atleti di basso livello, non allenati, sono molto sensibili ad ogni tipo di carico di lavoro a causa dell'alto tasso di transfer positivo delle capacità motorie da esercitazioni specifiche e non specifiche alla performance competitiva (7). Il target ricercato in molti esercizi è molto vasto, e questi esercizi producono un profondo effetto positivo (funnel effect)(7). In questo modo, teoricamente, i giovani atleti che ricevono qualsiasi stimolo di allenamento dovrebbero migliorare la loro performance atletica su più livelli. Nel caso delle pliometrie e dei giocatori di pallacanestro, le esercitazioni costruite per migliorare la forza esplosiva laterale (le pliometrie sul piano frontale [FP]) come dei salti di ostacoli laterali, migliorano la capacità del sistema nervoso centrale nei giovani atleti (15). Questa migliorata abilità del sistema nervoso centrale dovrebbe permettere ad un giovane atleta di migliorare l'abilità di salto verticale attraverso il trasferimento dell'abilità di salto laterale, quindi migliorando la forza esplosiva verticale senza applicare il principio di specificità dell'allenamento. Poca ricerca è stata condotta sul tema dell'applicazione del principio di specificità dell'allenamento con il fine di misurare l'espressione di forza nella parte bassa del corpo in atleti liceali misurando l'altezza di salto verticale. Lo scopo di questo studio è quello di valutare se le pliometrie sul piano frontale (che sono definite come pliometrie dominate da una componente laterale) possano produrre simili miglioramenti nell'altezza di salto (VJH) rispetto a pliometrie sul piano sagittale.

## **Metodi:**

### **Approccio sperimentale al problema**

Questo studio ha utilizzato un design a misure ripetute dove i partecipanti venivano assegnati in maniera random ad uno dei due gruppi di allenamento (FP o SP) con lo scopo di valutare quale programma di allenamento fosse il più efficace nel migliorare l'altezza di salto politica. I partecipanti venivano quindi utilizzati come gruppo di controllo; tutti i giocatori hanno partecipato ad un programma di allenamento preliminare non pliometrico, prima dell'inizio del programma di allenamento a base di pliometrie. La variabile indipendente era il programma di allenamento (FP o SP), per determinare l'efficienza di ogni tipo di allenamento con pliometrie sull'altezza di salto verticale. La variabile dipendente era l'altezza di salto verticale (VJH), misurata in centimetri. L'altezza di salto verticale serve come indicazione dell'abilità di salto e quindi della forza esplosiva.

### **Partecipanti**

I partecipanti erano liceali volontari da un programma di pallacanestro della California del sud. Tutti i partecipanti erano giocatori attivi della squadra di pallacanestro che avevano partecipato alla preseason (da metà ottobre a inizio novembre). Gli allenamenti della preseason non includevano allenamenti pliometrici standard o allenamenti della forza. Questi allenamenti si concentravano esclusivamente su tecnica con la palla e allenamenti condizionanti. I giocatori non avevano esperienza di allenamenti pliometrici prima dello studio. L'età dei partecipanti andava da 14 a 16 anni. 32 partecipanti sono stati assegnati in maniera casuale ad uno dei gruppi di allenamento (FP o SP) con 16 in ogni gruppo. Lo studio è stato approvato preventivamente dal pannello di review istituzionale dell'università.

### **Procedura**

Prima che i giocatori partecipassero al programma di allenamento, hanno completato un questionario sull'attitudine all'attività fisica (PAR-Q) insieme ai loro genitori. Il PAR-Q è largamente utilizzato come indice di attitudine all'attività fisica. I partecipanti che avevano subito infortuni gravi agli arti inferiori nell'ultimo anno o comunque ritenuti a rischio infortunio (secondo le risposte fornite nel PAR-Q), sono stati esclusi dallo studio. Nessun potenziale candidato è stato escluso in questo studio.

### **Protocollo Test di Salto Verticale**

I giocatori hanno partecipato a sessioni di test dell'altezza di salto verticale prima dell'inizio del programma di allenamento, alla fine della terza settimana di allenamento preparatorio e alla fine delle sei settimane di allenamento. Tutti i salti sono stati misurati e registrati utilizzando un Vertec. Il Vertec è stato scelto poiché studi precedenti hanno dimostrato la sua validità nel produrre risultati accurati. I partecipanti sono stati istruiti su come utilizzare appropriatamente il Vertec. Una volta che l'estensione massima da fermo era stata registrata, i giocatori hanno eseguito un salto a due piedi con lo scopo di raggiungere un'altezza massima. I giocatori hanno continuato a effettuare salti finché non hanno ottenuto lo stesso risultato massimo per due salti consecutivi. L'altezza massima di salto veniva registrata. I partecipanti hanno effettuato lo stesso protocollo di test durante tutte e tre le sessioni.

### **Protocollo di allenamento**

La settimana precedente all'inizio del programma di allenamento è stata utilizzata per registrare la massima altezza di salto verticale dei giocatori. I partecipanti hanno quindi effettuato una fase preparatoria

dell'allenamento con le pliometrie (prime tre settimane) e successivamente l'allenamento vero e proprio con le pliometrie (seconde tre settimane). I giocatori si sono allenati due volte a settimana (martedì e giovedì) per l'intera durata dello studio e in entrambi i gruppi. Prima dell'inizio di ogni allenamento i giocatori dovevano eseguire un protocollo di riscaldamento dinamico completo. Entrambi i gruppi hanno partecipato ad una fase preparatoria di pliometrie deceleratorie durante la prima metà dello studio, con un gruppo che eseguiva esclusivamente pliometrie FP e l'altro gruppo che eseguiva esclusivamente pliometrie SP. L'enfasi, durante questo stadio dell'allenamento con le pliometrie, era posta sulla meccanica di atterraggio e la prevenzione infortuni, attraverso l'implementazione di tecnica appropriata di controllo delle forze e meccanica di flessione delle ginocchia e delle anche in atterraggio (8). Entrambi i gruppi hanno eseguito quattro esercizi pliometrici. Gli esercizi erano biomeccanicamente simili nei due programmi di allenamento. Ogni giocatore eseguiva 3 serie da 8 ripetizioni per ogni esercizio. Le serie e le ripetizioni sono state basate sui risultati di precedenti ricerche (11,14). Durante la seconda metà dello studio i soggetti hanno eseguito pliometrie di trasformazione dell'accelerazione. Il numero di esercizi è rimasto uguale; il numero di ripetizioni è aumentato da 8 a 10 poiché il tipo di enfasi nelle sessioni di allenamento era variato. Questo protocollo di allenamento si focalizzava sull'elasticità degli arti inferiori. I soggetti che non riuscivano a partecipare ad una sessione di allenamento avevano a disposizione 24 ore per recuperarla. I partecipanti che saltavano due sessioni di allenamento e non erano in grado di recuperarli venivano esclusi dallo studio. Tutto l'allenamento veniva supervisionato dagli studiosi per garantire la sicurezza dei partecipanti e il corretto svolgimento del protocollo di lavoro. Tutte le sessioni sono durate tra i 20 e i 30 minuti.

### Analisi statistica

I dati ottenuti sono stati analizzati utilizzando SPSS (versione 14). T-test indipendenti sono stati utilizzati per comparare i due gruppi sulle misurazioni pre-intervento (età, altezza, peso e altezza di salto verticale). 2-way ANOVA con misure ripetute e' stata usata per testare la differenza in altezza di salto media utilizzando le modalita' di allenamento FP e SP. ANOVA con misure ripetute e' stata utilizzata per testare ogni gruppo individualmente nel tempo. Il livello di significanza statistica e' stato individuato con un  $p < 0.05$ .

### Esclusione partecipanti

Cinque partecipanti dal gruppo SP e sei partecipanti dal gruppo FP sono stati esclusi dallo studio a causa di malattia, trasferimento scolastico, infortunio (non correlato allo studio), problemi di partecipazione. Non esistevano differenze significative ( $p > 0.05$ ) nell'altezza di salto verticale misurata all'inizio dello studio tra soggetti esclusi e il resto dei partecipanti.

Settimana	Piano Sagittale	Piano Frontale	Serie	Ripetizioni
1-3	Squat Jump e stick	Lat. jump e stick	3	8
	Broad Jump e stick	Lat. squat jump e stick	3	8
	Salto mon. e stick	Salto mon. e stick	3	8
	Salto controm. e stick	Salti zigzag continui e stick	3	8
4-6	Squat Jump (ritmico)	Lat. jump (ritmico)	3	10
	Squat jump (continuo)	Lat. squat jump su ostacoli	3	10
	Salti mon. in serie	Salti mon. lat. in serie	3	10
	Salti controm.(con)	Balzi zigzag con flex. ginocchia	3	10

**Tabella 1 Programma di lavoro dei due gruppi di allenamento**

## Risultati:

Non sono state rilevate differenze significative tra i giocatori dei due gruppi per quanto riguarda altezza, peso, età e altezza di salto verticale iniziale ( $p > 0.05$ ). 2-way ANOVA è stata condotta per i fattori modalità di trattamento e tempo, e l'altezza di salto verticale come variabile dipendente. I risultati mostrano un effetto significativo nel tempo per l'altezza di salto, Wilks'  $\Lambda = 0.48$ ,  $F(2.18) = 9.8$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta^2 = 0.521$ . Inoltre un'interazione tra tempo e protocollo è stata rilevata, Wilks'  $\Lambda = 0.68$ ,  $F(2.18) = 4.17$ ,  $p < 0.032$ . 1-way ANOVA mostra come solo il gruppo SP ha migliorato la VJH durante lo studio,  $p < 0.05$ . Il gruppo FP non è migliorato statisticamente.

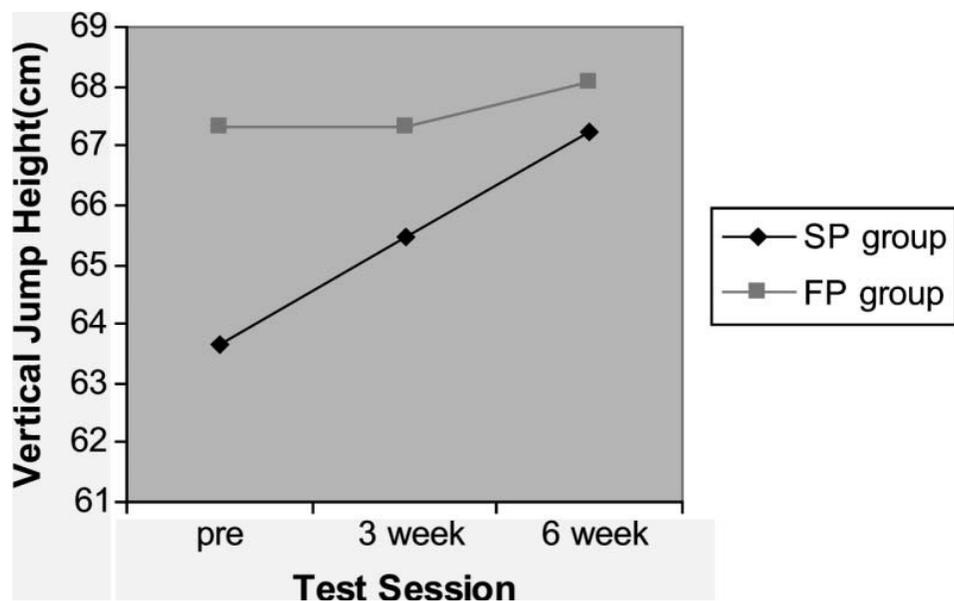


Fig. 1 Altezza di salto verticale media (cm) nei due gruppi rilevata durante le 3 sessioni di test

Gruppo	N	Test 1	Test 2	Test 3
Piano Sagittale(SP)	11	63.63	65.46	67.21
Piano Frontale (FP)	10	67.31	67.31	68.07

Tabella 2 Altezza di salto media registrata nei due gruppi durante le 3 sessioni di test

## Discussione:

Il risultato più significativo dello studio è che l'altezza di salto verticale è aumentata significativamente nel gruppo SP e non nel gruppo FP. L'incremento visto nel gruppo SP (un aumento di 3.58 cm) è comparabile a quello riscontrato in altri studi (1,3,4,11,14). Il gruppo SP ha mostrato il più alto tasso di miglioramento dalla settimana tre alla settimana sei di allenamento. Una spiegazione per il miglioramento del gruppo SP a differenza del gruppo FB risiede nella teoria di specificità dell'allenamento. In un precedente studio, i ricercatori (17) trovarono che esisteva una bassa trasferibilità tra velocità lineare e agilità. Ad ogni modo, uno studio di 10 settimane che esaminava modalità diverse di spinte su panca riscontrò un'alta correlazione tra miglioramenti della forza tra ognuno dei quattro tipi di spinte su panca (10). I partecipanti che hanno eseguito 10 settimane di allenamento con spinte isotoniche su panca piana e due tipi di spinte su panca piana con pesi liberi, hanno mostrato l'importanza della specificità dell'allenamento. La specificità era

evidente nell'abilità di trasferire la forza derivante da un tipo di allenamento in un test diverso nelle modalità. I risultati mostrarono come diversi protocolli di allenamento potessero produrre simili miglioramenti della forza. Questi ricercatori (10) conclusero che le tre modalità avrebbero prodotto transfer di forza simili a seguito di allenamento a breve termine su panca piana per soggetti non allenati, quindi suggerendo una bassa specificità. Langofrd et al. (10) suggerirono inoltre che una più alta specificità tra modalità di allenamento e test sarebbe occorsa a seguito di un più lungo periodo di allenamento. Due punti sono comunque da notare: per primo i 4 tipi di spinte su panca sono biomeccanicamente simili; secondo, i partecipanti allo studio non avevano un livello avanzato di allenamento. Questi due elementi sono presenti nel nostro studio. Quindi ci si potrebbe aspettare risultati positivi simili da entrambi i gruppi (sagittale e frontale). In realtà i nostri risultati hanno mostrato come solo il gruppo sagittale ha migliorato l'altezza di salto verticale. Molte spiegazioni possono essere formulate per giustificare questo risultato.

Alcuni ricercatori (2) hanno notato come la velocità di apprendimento e l'abilità di perfezionare i movimenti dipenda dalla volume di esperienza motoria acquisita (erudizione motoria). Gli atleti che hanno maggior esperienza motoria riescono a raggiungere risultati migliori. In questo studio i giocatori erano abituati maggiormente a saltare in modo verticale più che lateralmente o orizzontalmente poiché la pallacanestro è caratterizzata da molti salti verticali. Per questo motivo, gli atleti nel gruppo FP avevano potenzialmente una minor efficienza neuromuscolare rispetto agli atleti del gruppo SP a seguito delle 6 settimane per quanto riguarda il salto verticale. Un'altra spiegazione per i risultati di questo studio può ricercarsi nella meccanica di salto. Nonostante le pliometrie SP e FP siano simili nel reclutamento muscolare e neuromuscolare, esistono delle differenze biomeccaniche sostanziali tra di loro. Un recente studio (13) ha analizzato le componenti che contraddistinguono il salto con contromovimento. Questi ricercatori hanno notato come 3 particolari componenti siano di vitale importanza per un efficiente salto con contromovimento: (a) incremento della velocità verticale del centro di massa (VCOM) il più elevato possibile durante lo stacco (il meccanismo del moto del proiettile entra in gioco una volta in aria). (b) innalzare la posizione verticale del centro di massa (PCOM) il più possibile durante lo stacco. (c) una volta in aria, posizionare il corpo in modo che la mano del braccio in estensione possa essere il più possibile sopra il PCOM una volta raggiunta l'altezza massima. I punti (a) e (b) sono di interesse poiché sottolineano come la meccanica di esecuzione sia diversa nei salti FP. Sebbene esista una componente verticale in un salto FP, l'enfasi è posta sulla velocità orizzontale del centro di massa. Inoltre, i salti FP incorporano sia le assi x e y, creando un vettore, a differenza dei salti SP che include semplicemente l'asse x. Le anche hanno quindi un ruolo predominante in un salto FP se paragonato ad un salto SP; la muscolatura dei fianchi è quindi di vitale importanza.

Nonostante il gruppo FP non ha mostrato miglioramenti nell'altezza di salto verticale, questo non deve essere interpretato come se il programma di lavoro non avesse prodotto alcun tipo di beneficio. La pallacanestro è caratterizzata da movimenti laterali costanti. Lo sviluppo di forza esplosiva sul piano frontale è importante per un giocatore, soprattutto nella fase difensiva. Quindi incorporare pliometrie FP serve a migliorare la performance sul campo dei giocatori. La stabilità che deriva dall'allenamento con pliometrie permette inoltre di minimizzare gli infortuni agli arti inferiori, grazie ad una migliore efficienza neuromuscolare nell'eseguire i movimenti specifici sul campo. I giocatori nel gruppo FP hanno forse migliorato la produzione di forza esplosiva nella parte inferiore del campo; un test sull'altezza di salto verticale non sarebbe però stato il miglior modo di misurare tale miglioramento in soggetti che hanno eseguito strettamente pliometrie sul piano frontale. Test di salto laterale usando un'apparecchiatura Keiser, un apparato pneumatico che misura la forza esplosiva, avrebbe potuto mostrare gli eventuali miglioramenti.

I risultati di questo studio mostrano anche un altro importante aspetto. Studi precedenti (4,11,14) che riguardavano complex e compound training, che sono modalità di allenamento che utilizzano una combinazione di allenamento con resistenze e pliometrie, mostrano come gli iniziali (prime 2-4 settimane) miglioramenti della forza e della forza esplosiva sono da attribuire al miglioramento delle capacità neuromuscolari e solo minimamente a cambiamenti fisiologici muscolare (ipertrofia muscolare). Il presente studio si allinea con questi risultati in quanto l'allenamento con resistenze era completamente assente. Quindi, il miglioramento nell'espressione di forza esplosiva può essere attribuito a miglioramenti nelle capacità del sistema nervoso centrale come il reclutamento di motoneuroni, in particolar modo in uno studio di questa durata. Future investigazioni dovrebbero esaminare se i miglioramenti continuano a avvenire nel tempo in un setting di più lunga durata (10-12 settimane) senza l'utilizzo di allenamento con resistenze. Anche se il presente studio ha mostrato miglioramenti nell'altezza di salto verticale, i preparatori atletici dovrebbero comunque considerare, per i loro atleti, l'utilizzo di allenamenti per la forza per massimizzare i risultati sull'altezza di salto verticale (15).

Starzynski e Sozanski (15) affermano che l'abilità di salto è un risultato funzionale di forza e velocità, e richiede un livello efficiente di coordinazione nel movimento. Studi precedenti (1,3,4) hanno mostrato come la combinazione di pliometrie e allenamento con resistenze abbia un maggior effetto positivo sull'altezza di salto verticale rispetto a ognuna delle due metodiche utilizzata singolarmente. I ricercatori (1) hanno notato come, per saltare in alto, un atleta debba generare più forza esplosiva incrementando la forza e la velocità della contrazione muscolare. Esercitazioni con resistenze come squats e stacchi reclutano la muscolatura degli arti inferiori e aiutano nello sviluppo neuromuscolare. Inoltre questi ricercatori (10) hanno notato come lo scopo delle esercitazioni sulla forza sia quello di sviluppare una contrazione muscolare massimamente veloce con un incremento della tensione. Questo tipo di forza è definita forza esplosiva e può essere sviluppata attraverso l'utilizzo di alzate esplosive come girate e slanci. Ad ogni modo Fatouros et al. (4) affermano che la vastità dei miglioramenti ottenibili nella performance di salto verticale dipende dallo status di forza del soggetto prima dell'inizio del programma di allenamento. Soggetti con un basso status di allenamento hanno mostrato miglioramenti significativamente maggiori rispetto a individui che avevano già partecipato a protocolli di allenamento della forza. Gli adattamenti neuromuscolari che occorrono in individui con un basso status di allenamento permettono di reclutare più unità motorie e ottenere una migliore sincronizzazione; in questo modo possono coordinare meglio il movimento di salto verticale. Questo è stato visto nel presente studio per tutti i soggetti che erano stati esposti minimamente ad allenamenti della forza in passato, e che erano quindi molto sensibili allo stimolo allenante che ricevevano. Studi più approfonditi sono necessari per investigare gli effetti su questo particolare tipo di soggetti di protocolli di lavoro più lunghi o che includono altre forme di allenamento della forza con resistenze.

### **Bibliografia:**

1. Adams, K, O'Shea, JP, O'Shea, KL, and Climstein, M. The effect of six weeks of squat, plyometric, and squat-plyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res* 6: 36-41, 1992.
2. Drabik, J. *Children and Sports Training: How Your Future Champions Should Exercise to Be Healthy, Fit, and Happy*. Boston, MA: Stadion Company, Inc., 1996.

3. Faigenbaum,AD,McFarland, JE,Keiper, FB,Tevlin,W,Ratamess,NA, Kang, J, and Hoffman, JR. Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *J Sport SciMed* 6: 519–525, 2007.
4. Fatouros, IG, Jamurtas,AZ, Leontsini, D, Taxildaris, K, Aggelousis, N, Kostopoulos, N, and Buckenmeymer, P. Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jump performance on leg strength. *J Strength Cond Res* 14: 570–576, 2000.
5. Grasso, BJ. *Training Young Athletes: The Grasso Method*. Schaumburg, IL: Developing Athletics, Inc. 2005.
6. Hoffman, JR, Maresh, CM, and Kraemer, WJ. Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *J Strength Cond Res* 10: 67–71, 1996.
7. Issurin, V. *Principles and Basics of Advanced Athletic Training*. Michigan, IL: Ultimate Athlete Concepts, 2008.
8. Jovanavic, M. *Physical Preparation for Soccer: Mladen Jovanavic Training System*. Dec. 2007.
9. Kubo, K, Morimoto, M,Komuro, T,Yata, H,Tsunoda, N, Kanehisa, H, andFukunaga,T. Effects of plyometric and weight training onmuscle–tendon complex and jump performance. *Med Sci Sports Exerc* 21: 1801–1810, 2007.
10. Langford, GA, McCurdy, KW, Ernest, JM, Doscher, MW, and Walters, SD. Specificity of machine, barbell, and water-filled log bench press resistance training on measures of strength. *J Strength Cond Res* 21: 1061–1066, 2007.
11. Malhalik, JP, Libby, JJ, Battaglini, CL, and McMurray, RG. Comparing short-term compound and complex training programs on vertical jump height and power output. *J Strength Cond Res* 22: 47–53, 2008.
12. Meira, E and Brumett, J. Plyometric training considerations to reduce knee injuries. *Strength Cond J* 27: 8–80, 2005.
13. Reiser, RF, Rocheford, EC, and Armstrong, CJ. Building a better understanding of basic mechanical principles through analysis of the vertical jump. *Strength Cond J* 28: 70–80, 2006.
14. Santos, E and Janeira, M. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res* 22: 903–909, 2008.
15. Starzynski, Tand Sozanski, HK. *Explosive Power and Jumping Ability for All Sports: Atlas of Exercises*. T. Kurz (Trans.), Boston, MA: Stadion Company, Inc., 1999.
16. Wilkerson, GB, Colston, MA, Short, NI, Neal, KL, Hoewischer, PE, and Pixley, JJ. Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *J Athl Train* 39: 17–23, 2004.
17. Young, WB, McDowell, MH, and Scarlett, BJ. Specificity of sprint and agility training methods. *J Strength Cond Res* 15: 315–319, 2001.