

C. O. N. I.

Scuola Regionale dello Sport della Campania

Indagine sulla Pliometria

Determinazione del tipo di esercitazione pliometrica in
relazione alla disciplina sportiva praticata

Furio Barba

Università degli Studi di Napoli "Parthenope" Facoltà di Scienze Motorie -
Docente Scuola dello Sport del CONI

Giulio Rattazzi

Dottore in Scienze Motorie - Ricercatore SUISM Torino

Indagine sulle esercitazioni pliometriche

Determinazione del tipo di esercitazione pliometrica in relazione alla disciplina sportiva praticata

Furio Barba – Università degli Studi di Napoli “Parthenope” Facoltà di Scienze Motorie, Docente Scuola dello Sport del CONI.

Giulio Rattazzi – Laureato in Scienze Motorie, Ricercatore SUIISM Torino

Abstract

A tre gruppi di soggetti sono stati proposti tre diverse esercitazioni pliometriche. Dall'analisi dei risultati si è riscontrato un miglioramento di capacità reattive diverse in base al tipo di esercitazione effettuata, confermando l'ipotesi che la medesima esercitazione deve essere adeguata alle esigenze della prestazione ed alle caratteristiche del soggetto. Essa deve, quindi, essere modulata nel carico onde consentire al soggetto di eseguire il compito assegnatogli, sia esso di rimbalzare il più in alto possibile (espressione di forza), o di rimbalzare il prima possibile realizzando contemporaneamente la massima altezza (espressione di potenza).

Tali diverse espressioni della reattività durante la medesima esercitazione pliometrica, sono da applicare a discipline con diverse esigenze di prestazione ma che utilizzano lo stesso mezzo, come ad esempio la pallavolo o la corsa veloce ad ostacoli.

Parole chiave

Metodo d'urto, pliometria, regime reattivo-balistico

Premessa

Tutti i tipi di salto prevedono un arrivo dall'alto, compresi i balzi della corsa; per definizione sono definiti “in basso” tutti quei salti che prevedono una caduta da un rialzo, indipendentemente se da fermi o con avvio (ad esempio salita ed immediata discesa), e se seguiti da un rimbalzo o meno.

In questa ricerca sono stati eseguiti balzi secondo il “metodo d'urto” di Verchoshansky che prevedevano solo una fase di ammortizzazione e nessun rimbalzo, e rimbalzi pliometrici sull'idea del medesimo Autore con la variante della ricerca dell'altezza di caduta che consente la massima altezza di rimbalzo, come suggerito da Zanon, e della massima potenza al momento del rimbalzo, come suggerito da Barba.

PARTE PRIMA – Gli aspetti teorici e metodologici delle esercitazioni della ricerca

Definizione concettuale

Il termine “metodo d’urto” definisce una particolare forma d’allenamento che comporta un lavoro dell’apparato locomotore che il fisiologo russo I.M. Secenov ha definito “la funzione di molla del muscolo”.

Il metodo d’urto è una forma specifica di lavoro dell’apparato neuromuscolare ideata da Verkhoshansky alla fine degli anni ’50, ed è caratterizzato da un brusco stiramento della muscolatura che in questo modo sviluppa un elevato impegno esplosivo della forza tramite:

- movimenti eseguiti in regime d’ammortizzazione del lavoro (regime eccentrico)
- movimenti nei quali esiste un “regime reversibile” di lavoro muscolare (regime eccentrico-concentrico)

Nei primi l’obiettivo è di frenare carichi in caduta libera con i muscoli che effettuano un lavoro cedente.

Nei secondi l’obiettivo è di utilizzare efficacemente il potenziale elastico della tensione muscolare accumulato durante lo stiramento per aumentare l’efficacia meccanica della immediata successiva contrazione muscolare; normalmente questa condizione ha carattere antigravitativo e quindi balistico, da cui il nome di “regime reattivo-balistico” (reattiva è la capacità di prestazione muscolare di realizzare un elevato impegno di forza attraverso il rapido svolgimento di un ciclo stiramento-accorciamento, combinazione tra contrazione eccentrica-concentrica, e dipende dalla forza massima, dalla velocità di formazione della forza, e dalla capacità di tensione reattiva); la capacità di utilizzare tale condizione è stata definita “capacità reattiva dell’apparato neuromuscolare” (Verkhoshansky, 1961, 1970).

Il miglioramento legato al metodo d’urto è dovuto:

- ad un maggiore reclutamento dei muscoli nel lavoro attivo al momento dell’inizio dell’impatto
- ad un rapido sviluppo della forza che aumenta all’aumentare dell’energia cinetica all’impatto
- all’aumento del potenziale di tensione muscolare che aumenta la capacità di espressione veloce della contrazione muscolare successiva all’impatto aumentando così la potenza muscolare

Tale metodo è suddiviso in due mezzi d’allenamento:

- la caduta verso il basso, dove il compito della muscolatura è quello di ammortizzare la caduta frenandola compiendo in tale modo un lavoro in regime eccentrico
- il rimbalzo verso l’alto a seguito della caduta verso il basso, dove a seguito dello stiramento muscolare fa seguito la contrazione, dando luogo ad un lavoro in regime eccentrico-concentrico che consente l’utilizzo del potenziale elastico della muscolatura accumulatosi durante la fase di ammortizzazione che va a rafforzare la successiva contrazione muscolare

Il lavoro “pliometrico” è una forma di lavoro che è stata elaborata sugli studi di Verkhoshansky che in Italia ha avuto negli anni '70 in Zanon il massimo esponente che ha elaborato il test di rimbalzo per stabilire l'altezza di caduta ottimale per ottenere il giusto impatto adatto alle stimolazioni neuromuscolari.

Il termine “pliométrie” è stato coniato da Zaciorskij e deriva dal greco “plyethein” che significa aumentare, e da “isometrico” che significa della stessa lunghezza.

Esso possiede le medesime caratteristiche del metodo d'urto ma stabilisce un'altezza di caduta specifica per ogni atleta in base alle proprie caratteristiche.

Ogni atleta esegue una serie di cadute da un plinto di altezza crescente e si misura la successiva altezza di rimbalzo; la altezza di caduta corrispondente alla massima altezza di rimbalzo viene presa come riferimento per l'allenamento.

Questo tipo di lavoro è stato molto studiato ed i fenomeni neuromuscolari che in esso intervengono sono dovuti:

- al reclutamento delle fibre secondo il principio di Hennemann, cioè al reclutamento in base all'intensità del carico
- alla sincronizzazione delle unità motrici che agisce attraverso l'inibizione del circuito di Renshaw e quindi di poter migliorare la coordinazione intramuscolare
- al riflesso di stiramento che viene ad essere potenziato e si aggiunge all'attivazione della massima contrazione volontaria
- all'elasticità muscolare degli elementi in serie situata nei ponti actomiosinici

Tale metodo prevede:

- la caduta verso il basso ed il successivo rimbalzo verso l'alto; la differenza con il rimbalzo del metodo d'urto è che l'altezza di caduta è quella che permette la massima altezza di rimbalzo
- la caduta verso il basso ed il successivo rimbalzo verso l'alto; la differenza con il tipo di salto precedente è che l'altezza di caduta è quella che permette l'espressione della massima potenza al momento del rimbalzo

Aspetti neuromuscolari dei salti in basso

Le esercitazioni dei salti in basso permettono di intervenire sui processi neuromuscolari ottenendo di:

- utilizzare energia elastica immagazzinata nelle componenti elastiche in serie per produrre una velocità finale superiore a quella che si otterrebbe di quella sviluppata dalla materia contrattile del muscolo durante l'accorciamento (Hill, 1950)
- ricavare una maggiore quantità di lavoro e di potenza durante la fase di accorciamento muscolare successiva ad uno stiramento (Cavagna, 1965)
- sviluppare tensioni superiori a quelli di una contrazione massima volontaria (Zatsiorski 1966)
- diminuire l'inibizione del riflesso miotatico (Schmidtbleicher, 1988)

- elevare la soglia d'eccitazione dei corpuscoli tendinei del Golgi (Bosco, 1985)
- migliorare la sensibilità dei fusi neuromuscolari (Posson, 1988)
- diminuire il tempo dell' accoppiamento (coupling time) dei ponti acto-miosinici (Bosco, 1985)
- aumentare la rigidità muscolare (Pousson, 1988)
- sollecitare l'elasticità muscolare (Cometti 1988)

Finalità degli esercizi pliometrici

Le finalità dell'allenamento pliometrico è quello di migliorare la forza reattiva; il suo sviluppo comportamentale si pone due obiettivi:

- diminuire il tempo di passaggio dalla fase eccentrica a quella concentrica con accelerazione del lavoro concentrico
- nel caso di elevati carichi di stiramento nella fase eccentrica, migliorare la possibilità di mantenere la tensione muscolare (Bührle, 1985)

Gli esercizi pliometrici sono finalizzati alla capacità di armonizzare e coordinare l'allenamento della forza e della velocità; essi culminano nel processo d'allenamento delle qualità di sapere coordinare forza e velocità permettendo all'atleta di potere:

- Migliorare la reattività
- Aumentare la capacità esplosiva nei movimenti balistici
- Migliorare l'elasticità
- Accelerare più rapidamente
- Cambiare più rapidamente direzione

Fasi del salto

Il metodo d'urto senza rimbalzo prevede una caduta verso il basso e l'ammortizzazione nel minor tempo possibile e con la minima variazione angolare delle articolazioni.

Il metodo d'urto con rimbalzo ed il salto pliometrico prevedono una caduta verso il basso e la più rapida inversione possibile del movimento rimbalzando verso l'alto, riducendo al minimo il tempo di contatto al momento dell'atterraggio e di conseguenza la variazione angolare delle articolazioni interessate.

In entrambi i metodi all'atto della caduta il soggetto cerca la massima decontrazione muscolare per avere poi la massima rapidità di contrazione.

In base alla attività mioelettrica del muscolo è possibile distinguere tre momenti:

- Fase di preattivazione: è il periodo da cui inizia l'attività mioelettrica sopra il livello basale fino al momento del contatto al suolo; in questa fase i centri superiori del sistema nervoso centrale aggiustano il grado di preattivazione e di rigidità muscolare in funzione del massimo stiramento che il muscolo può raggiungere (a maggiore altezza di caduta si ha la maggiore

preattivazione e pertanto la maggiore rigidità); quanto minore è la rigidità precedentemente al momento del contatto minore è la capacità di movimento reattivo.

- Fase di attivazione (fase della contrazione eccentrica): è il periodo immediatamente successivo al momento del contatto con la finalità del massimo allungamento muscolo-tendineo; in questa fase si determina un picco di grande ampiezza dell'attività elettrica del muscolo, dovuto in parte alla opposizione dei fusi muscolari all'allungamento (risposta volontaria), ed in parte al riflesso miotatico (risposta riflessa), il quale facilita la attivazione dei muscoli successivamente allo stiramento.

Kilani e coll. (1989), hanno comprovato la relazione diretta che si ha tra il riflesso miotatico con altezza elevata ed un salto in cui il muscolo implicato è prestirato.

Il riflesso miotatico non è l'unica risposta di tipo riflesso implicata; precedentemente ad uno stiramento elevato (quando l'altezza di caduta è moto elevata), si attiva il riflesso tendineo del Golgi che si oppone all'azione del riflesso miotatico proteggendo l'integrità del muscolo.

Oggi si considera la possibilità dell'apparato contrattile da solo di generare più forza quando è stato stirato precedentemente in forma rapida e il tempo tra la fase eccentrica e la concentrica è minimo; questo è quello che si viene a denominare "effetto di potenziamento" che comunque non è stato del tutto chiarito (Lopez- Calbet e coll. (1995), ed è probabile che si debba alle caratteristiche speciali delle teste della miosina ed al loro comportamento alla stabilizzazione dei ponti.

- Fase di contrazione muscolare concentrica: è la fase nella quale si estrinseca l'energia elastica immagazzinata precedentemente; per utilizzare in maniera efficace l'energia è necessario che la fase concentrica succeda immediatamente alla fase eccentrica, se questo non si verifica l'energia elastica accumulata si disperde in calore, quello che in fisica è chiamato effetto joule. Mouche (2001) indica che la fase di transizione non deve durare più di 200 ms; in un salto in basso da altezza eccessiva, il tempo di transizione tra la fase eccentrica e quella concentrica aumenta a detrimento della successiva altezza di rimbalzo (Bosco e coll. 1982).

Nella figura 1 è presentato un tracciato di attività elettrica (Schmidtbleicher e Gollhofer, 1982), in un salto pliometrico dall'altezza di 1,10 m; sull'asse delle ascisse è rappresentato il tempo in millisecondi, con MVC s'intende la massima contrazione volontaria e la linea verticale tratteggiata indica il momento del contatto al suolo.

Il primo tracciato (quello al centro della figura 1), rappresenta la sollecitazione nervosa di un principiante che esercita il suo massimo sforzo prima del contatto al suolo, isolando in tale modo l'azione del riflesso miotatico (RM).

Il secondo tracciato (quello in basso alla figura 1), rappresenta la sollecitazione nervosa di un principiante che esercita il suo massimo sforzo successivamente al contatto con il suolo fondendolo con l'azione del riflesso miotatico.

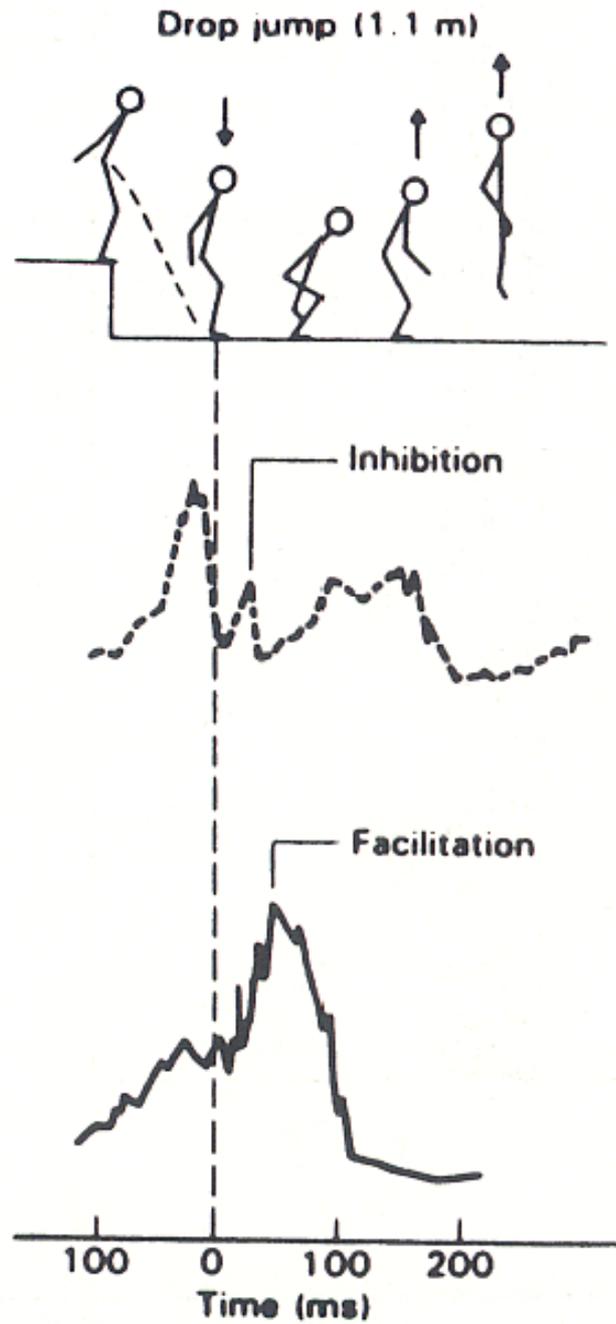


Fig. 1 – Fasi di un salto pliometrico con il relativo tracciato elettromiografico (Schmidtbleicher e Gollhofer, 1982).

PARTE SECONDA – La ricerca

Obiettivi

In questa ricerca ci si è posti l'obiettivo di indagare su alcune esercitazioni di salti in basso per poter determinare quale tipo di esercitazione fosse più idonea al miglioramento della reattività per atleti con diverse esigenze di prestazione.

Si è quindi deciso di applicare a tre diversi gruppi di soggetti, tre esercitazioni relative al metodo d'urto ed al metodo pliometrico per poter determinare gli effetti di quest'ultime sul miglioramento delle capacità reattive.

Enunciazione dell'ipotesi e definizione delle variabili indipendenti e dipendenti

In questa ricerca le ipotesi formulate sono varie e relative ad ogni metodologia dei salti in basso adottata nella ricerca; esse sono:

- Per il gruppo "Controllo": non sono previste variazioni statisticamente significative.
- Per il gruppo "Ammortizzazione": L'allenamento di salti in basso con solo ammortizzazione e senza rimbalzo, aumenta l'altezza di caduta con la quale si sviluppa la massima altezza di rimbalzo e non aumenta l'altezza di caduta con la quale si sviluppa la massima potenza di rimbalzo".
- Per il gruppo "Altezza": L'allenamento di salti in basso con solo ammortizzazione e senza rimbalzo, aumenta l'altezza di caduta con la quale si sviluppa la massima altezza di rimbalzo e non aumenta l'altezza di caduta con la quale si sviluppa la massima potenza di rimbalzo".
- Per il gruppo "Potenza": L'allenamento con caduta da altezze nelle quali si sviluppa la massima altezza di rimbalzo aumenta l'altezza di caduta con la quale si sviluppa la massima altezza di rimbalzo e non aumenta l'altezza di caduta con la quale si sviluppa la massima potenza di rimbalzo.

L'analisi delle proprietà di un oggetto è possibile se sussistono due requisiti:

- Il primo consiste nel fare assumere ad ogni unità statistica almeno due valori diversi in rapporto a quella proprietà; questo significa che essa è variabile.
- Il secondo necessita che la variabile sia definita accuratamente e sia operativa.

Ad "operativa" si assegna la definizione di complesso di regole che vengono adottate per procedere alla rilevazione delle proprietà di un oggetto.

Quando ad una variabile vengono associati come valori assunti uno o più valori di un'altra variabile, questa prende il nome di "indipendente" e l'altra di "dipendente".

Le variabili indipendenti di questa ricerca sono rappresentate da:

- Gruppo Controllo
- Gruppo Ammortizzazione

- Gruppo Altezza
- Gruppo Potenza

Le variabili dipendenti di questa ricerca sono rappresentate dai test della ricerca:

- Salto pliometrico dall'altezza di caduta di 30 cm
- Salto pliometrico dall'altezza di caduta di 40 cm
- Salto pliometrico dall'altezza di caduta di 50 cm
- Salto pliometrico dall'altezza di caduta di 60 cm

Risultati attesi

Ci si attende di verificare eventuali differenze esistenti dai risultati dell'allenamento di tre gruppi con tre esercitazioni differenti di salto in basso per poter ricavare indicazioni su modi ed entità degli stimoli reattivo-balistici da somministrare ad atleti di discipline sportive con diverse esigenze di prestazione ed adatti alle caratteristiche del soggetto.

Protocollo della ricerca

La ricerca ha avuto inizio reclutando un gruppo di soggetti che sono stati sottoposti a test di valutazione tramite l'esercitazione pliometrica di caduta da un plinto da altezza prefissata, su una pedana conduttometrica collegata ad un'apparecchiatura elettronica che ne misurava l'altezza di contatto e di volo, e ne elaborava i dati rendendone i valori di altezza del salto e della potenza espressa. I test venivano eseguiti dopo che i soggetti avevano eseguito un periodo di riscaldamento ed alcuni esercizi di prova; quindi venivano eseguite 3 prove durante le quali si chiedeva al soggetto di rimbalzare il più in alto possibile cercando al contempo di piegare il meno possibile le ginocchia per contenere la massimo i tempi di contatto. Di queste tre prove veniva registrata quella nella quale il soggetto esprimeva l'altezza di rimbalzo più elevata.

Il test iniziale era eseguito da un'altezza di 30 cm, quindi veniva ripetuto da 40 cm e, per coloro che miglioravano l'altezza di rimbalzo cadendo da questa seconda altezza, il test veniva ripetuto da 50 cm e, per coloro che miglioravano l'altezza di rimbalzo cadendo da questa seconda altezza, il test veniva ripetuto da 60 cm e, verificato che nessuno aveva migliorato ulteriormente, la raccolta dei dati del test iniziale veniva considerata terminata. Riguardo ai valori della potenza, avendo chiesto ai soggetti di porre attenzione a limitare i tempi di contatto al minimo, i risultati più elevati si sono evidenziati nell'esecuzione del salto con maggiore altezza.

Dalla raccolta dei dati sono stati creati dei gruppi omogenei distribuendo per ognuno di essi un numero simile di soggetti con migliore risultato di altezza di rimbalzo da 30, 40 e 50cm.

I gruppi così formati sono stati 4:

- Il primo è stato denominato "gruppo di controllo", formato da 8 soggetti, che ha eseguito solo i test ad inizio e fine del periodo di sperimentazione senza eseguire alcun allenamento.

- Il secondo è stato denominato “gruppo ammortizzazione”, formato da 12 soggetti che ha eseguito il protocollo d’allenamento secondo il metodo d’urto di Verkoshansky eseguendo dei balzi in basso cadendo da 50 cm ammortizzando la caduta piegando il meno possibile le ginocchia e non eseguendo alcun movimento di rimbalzo o di immediata risalita dopo l’ammortizzazione.
- Il terzo è stato denominato “gruppo altezza”, formato da 12 soggetti che ha eseguito il protocollo dei salti secondo il metodo pliometrico ricercando la massima altezza di rimbalzo cercando al contempo di contenere al massimo i tempi di contatto; i soggetti cadevano dall’altezza indicata dal test dove avevano ottenuto il rimbalzo più elevato.
- Il quarto è stato denominato “gruppo potenza”, formato da 12 soggetti, che ha eseguito il protocollo dei salti secondo il metodo pliometrico ricercando la massima altezza di rimbalzo cercando al contempo di contenere al massimo i tempi di contatto; i soggetti cadevano dall’altezza indicata dal test dove avevano ottenuto la potenza più elevata

Al termine del periodo di sperimentazione della durata di 8 settimane durante le quali si sono allenati 3 volte a settimana per un totale di 24 sedute di allenamento, eseguendo per ogni seduta di allenamento 5 serie di 12 salti ognuno intervallati tra loro da 15” di recupero nella serie e da 7 ‘ tra le serie, sono stati ripetuti i test pliometrici dalle medesime cadute di altezza.

Dopo aver raccolto i dati dei test finali si è proceduto all’analisi dei dati calcolando per ogni salto:

- l’Indice di Abramov, che indica il CEfS (coefficiente di efficacia dello stacco), che si calcola dalla formula: $CEfS = \text{tempo di volo}^2 / \text{tempo di contatto}$; più elevato è il valore del CEfS, migliore è la prestazione.
- l’Indice di Vittori, che indica la CEVF (capacità di espressione veloce della forza che indica l’equilibrio tra la forza reattiva ed il suo tempo d’espressione), che si calcola dalla formula: $0,5 * \text{tempo di volo} / \text{tempo di contatto}$; l’equilibrio è a 2,6, per valori superiori (da nostre osservazioni a partire da 2,86) il soggetto ha molta forza e/o difficoltà ad esprimerla velocemente, e per valori inferiori (da nostre osservazioni a partire da 2,33) il soggetto ha poca forza e/o difficoltà ad esprimerla velocemente.

Successivamente unendo i dati dei due indici a quelli degli altri parametri dei salti, si è proceduto operando la seguente distinzione:

- una analisi statistica descrittiva dei valori dei gruppi prima e dopo il periodo di sperimentazione
- un’analisi statistica comparativa dei valori dei gruppi eseguendo:
 - una statistica complessiva dei gruppi prima e dopo il periodo di sperimentazione
 - un’analisi dei valori prima-dopo il periodo di sperimentazione per ogni gruppo
 - un’analisi tra i valori di un gruppo con l’altro prima e dopo il periodo del periodo di sperimentazione

Metodologia della ricerca

- Campionamento

Sono stati individuati un gruppo di soggetti di età compresa tra 19 e 24 anni che, dopo essere stati sottoposti a test d'ingresso, sono stati suddivisi in tre gruppi di 12 componenti ognuno che hanno effettuato tre diversi protocolli di lavoro, ed un gruppo di 8 componenti che ha svolto il compito di gruppo campione di riferimento che non ha svolto attività.

- Descrizione dei gruppi

I gruppi sono stati così suddivisi:

- Gruppo di controllo – 8 soggetti che hanno eseguito solo i test
- Gruppo Ammortizzazione – 12 soggetti che hanno eseguito l'esercizio di salto in basso con sola ammortizzazione al momento del contatto al suolo
- Gruppo Altezza – 12 soggetti che hanno eseguito l'esercizio di salto in basso con successivo rimbalzo verso l'alto, cadendo dall'altezza, stabilita dal test, che consentiva loro la massima altezza di rimbalzo
- Gruppo Potenza – 12 soggetti che hanno eseguito l'esercizio di salto in basso con successivo rimbalzo verso l'alto, cadendo dall'altezza, stabilita dal test, che consentiva loro la massima potenza di rimbalzo

- Periodo di sperimentazione

Il periodo di sperimentazione è durato 8 settimane con i test che sono stati eseguiti prima e dopo tale durata.

- Test di valutazione

Sono stati eseguiti balzi in basso con immediato rimbalzo verso l'alto (esercizio pliometrico), dall'altezza di 30 cm per tre volte e sono stati registrati i tempi di volo, di contatto, l'altezza e la potenza di ciascun balzo; quindi da 40 cm e coloro i quali che mostravano di aver avuto un migliore valore di altezza di rimbalzo rispetto alla caduta da 30 cm, eseguivano un ulteriore test di caduta da 50 cm e per coloro che cadendo da questa altezza miglioravano ulteriormente la loro altezza di rimbalzo, eseguivano un ulteriore test di caduta da 60 cm e, riscontrato che nessuno mostrava ulteriore miglioramento, non venivano eseguiti ulteriori balzi da altezze superiori.

- Caratteristiche dell'allenamento

- Durata: 8 settimane
- Frequenza: 3 sedute settimanali
- Numero sedute totali: 24 sedute d'allenamento
- Lavoro: 5 serie di 12 ripetizioni (salti) l'una
- Recupero: 15" tra le ripetizioni e 7' tra le serie
- Altezza di caduta:

- Gr. Ammortizzazione: secondo le indicazioni di Verkhoshansky da 50 cm
- Gr. Altezza; dalle indicazioni del test: 5 soggetti da 30 cm, 6 soggetti da 40 cm, 1 soggetto da 50 cm
- Gr. Potenza: dalle indicazioni del test tutti i soggetti da 30 cm
- Protocollo dell'esecuzione pliometrica

La fase di riscaldamento deve essere molto accorta soprattutto coinvolgendo le strutture che saranno particolarmente sollecitate durante l'esercitazione e cioè la schiena e le ginocchia.

Il riscaldamento prevederà esercizi per la schiena in forma di potenziamento per coinvolgere in maniera massiva ed intensa la muscolatura addominale e dorsale, ed esercizi per gli arti inferiori in forma di rapidità (per attivare e coinvolgere intensamente le strutture nervose coinvolte nella pliometria), e potenziamento per aumentare il tono e la rigidità muscolare; gli esercizi di mobilità articolare saranno tralasciati per evitare un abbassamento della rigidità muscolare che potrebbe tradursi in una non immediata reazione al momento del contatto con il suolo a causa di un prolungamento dei tempi di appoggio, con relativa dispersione di calore di parte dell'energia immagazzinata con il prestiramento e la conseguente diminuzione drastica della potenza e significativa dell'altezza di rimbalzo.

Al termine di esercitazioni reattive quali saltelli e balzi tra ostacoli di limitata altezza, sarà possibile effettuare l'allenamento pliometrico in condizioni tali da poter esprimere il massimo potenziale.

Da un plinto di altezza predeterminata il soggetto in piedi effettua un passo in avanti lasciandosi cadere in basso ed al momento del contatto reagisce:

- secondo la prima variante del metodo d'urto senza rimbalzo verso l'alto
- secondo la seconda variante del metodo d'urto ed il metodo pliometrico con un rimbalzo immediato verso l'alto

I due metodi prevedono al momento del contatto con il suolo:

- Il primo un'ammortizzazione, limitando per quanto possibile l'escursione articolare delle articolazioni interessate
- Il secondo un immediato salto verso l'alto, dopo aver cercato di limitare al massimo l'escursione articolare delle articolazioni interessate nel momento dell'ammortizzazione

Nel primo metodo la partenza avviene a gambe tese facendo un passo in avanti nel vuoto ed effettuando al momento del contatto la massima ammortizzazione (possibilmente con la minima variazione degli angoli articolari).

Nel secondo metodo la partenza avviene secondo due modi:

- A gambe tese facendo un passo avanti e reagendo al momento del contatto al suolo con un balzo verso l'alto, cercando di limitare al massimo il tempo di permanenza al suolo e di conseguenza l'escursione angolare delle articolazioni

- Con le gambe piegate a 90° al ginocchio; il soggetto atterra in tale posizione compiendo la minima variazione articolare al ginocchio e cercando di limitare al massimo il tempo di permanenza al suolo, quindi reagisce immediatamente con un balzo verso l'alto

I balzi sono eseguiti verso l'alto perché in questo modo i tempi di contatto sono ridotti al massimo in quanto la forza da esprimere è perfettamente opposta nella direzione a quella di caduta ed il corpo non subisce spostamenti; mentre se il balzo fosse effettuato in avanti la fase di appoggio sarebbe più lunga per consentire la rotazione del modulo della forza nella nuova direzione, realizzando così uno spostamento del corpo per il quale è necessario del tempo.

Ciò non toglie che determinati esercizi possano essere effettuati in avanti per esigenze tecniche specifiche.

- Strumentazione impiegata

I test sono stati eseguiti utilizzando una pedana conduttometrica della Globus posta sul punto d'atterraggio dell'atleta in caduta dal plinto che, tramite sistema elettromeccanico, rilevava per ogni salto i valori del tempo di contatto al momento dell'arrivo a terra del soggetto ed il tempo di volo del salto di rimbalzo; dall'elaborazione di questi due valori l'apparecchiatura rende i valori dell'altezza del salto di rimbalzo e la potenza espressa.

I dati sono stati analizzati tramite il programma di analisi statistica Stat View su computer Apple Mac Intosh Power 6500; il trattamento dei dati e le analisi successive tramite un computer Apple MacIntosh Imac.

- Metodi statistici adottati

L'analisi tra tutti i gruppi contemporaneamente è stata effettuata con il test di Kruskal-Wallis.

L'analisi tra test iniziale e finale riferita allo stesso gruppo è stata effettuata con il test di Wilcoxon.

L'analisi tra due gruppi è stata effettuata con il test di Mann-Whitney.

Dati della ricerca

I dati raccolti per ogni salto sono stati quelli relativi ai seguenti parametri:

- Potenza espressa nel salto
- Tempo di contatto
- Tempo di volo
- Altezza del salto
- Indice di Abramov
- Indice di Vittori

Inoltre sono stati raccolti i dati dei soggetti relativi all'età, all'altezza, al peso ed all'Indice di Massa Corporea di ognuno di essi.

I dati raccolti nei test iniziali sono stati utilizzati per suddividere i soggetti in gruppi omogenei di valore; successivamente al periodo di sperimentazione i test sono stati ripetuti ed i dati sia test iniziali che finali sono stati ordinati e raggruppati in tabelle che hanno permesso l'analisi statistica.

Inizialmente sono stati ordinati e suddivisi per gruppi (tabella 1), i valori dei dati antropometrici dei soggetti.

Gruppi	N° sog.	Altezza		Peso		I.M.C.	
		Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.
Controllo	8	1,72	0,03	73,75	7,07	24,91	2,57
Ammortizzazione	12	1,75	0,06	74,83	5,27	24,43	1,82
Altezza	12	1,74	0,05	73,08	7,73	24,05	2,15
Potenza	12	1,78	0,07	72,92	7,76	23,08	1,58

Tab. 1 – Riassunto dei valori antropometrici dei soggetti suddivisi per gruppo.

Successivamente sono stati raccolti ed ordinati per gruppo i dati dei test iniziali (tabella 2).

Gr. Controllo	DJ W	DJ -tc	DJ-tv	DJ-h	In. Abr.	In. Vit.	
	34,68	189	522	33,41	1,44	1,38	W - h
	36,44	207	560	38,45	1,51	1,35	W - h
N° soggetti	31,61	231	551	37,22	1,31	1,19	W - h
8	31,36	238	557	38,04	1,30	1,17	W - h
	37,61	202	562	38,72	1,56	1,39	W
	33,93	216	552	37,36	1,41	1,28	W
	25,84	245	513	32,26	1,07	1,05	W
	31,64	241	563	38,86	1,32	1,17	W

Tab. 2 – Esempio di tabella riassuntiva dei valori di un test; in questa tabella sono raccolti i dati del test iniziale del salto in basso da 30 cm del gruppo “controllo”. A destra dell'ultima colonna è segnalato se il soggetto ha ottenuto in quella prova il valore più elevato di potenza o altezza.

Dopo il periodo di sperimentazione i test sono stati ripetuti ed i dati raccolti ed ordinati per gruppo come nella precedente tabella 2.

I dati sono poi stati trattati con una statistica descrittiva ed una comparativa.

Analisi statistica

I dati relativi ai parametri dei salti sono stati ordinati in test iniziali e finali, poi è stata eseguita un'analisi statistica descrittiva per ogni singolo parametro (6 per salto), per ogni gruppo (4 in totale), per ogni altezza di caduta (3 altezze di caduta; 30 cm, 40 cm e 50 cm), per un totale complessivo di 144 tabelle (72 per i test iniziali ed altrettanti per i test finali), ed 84 grafici (42 per i test iniziali ed altrettanti per i test finali). Nella tabella 3 un esempio di tale analisi descrittiva.

X ₁ : Gr. A1-w					
Moy. :	Dév. Std. :	Erreur Std. :	Variance :	Coef. variat. :	Fréquence :
33,116	7,287	2,104	53,105	22,006	12
Minimum :	Maximum :	Etendue :	Somme :	S. des carrés :	Manquants :
25,39	51,4	26,01	397,39	13744,054	0

Tab. 3 – Esempio di tabella descrittiva dei valori della potenza di un salto da 30 cm.

I dati della statistica descrittiva sono stati raccolti e riassunti per altezza di caduta raggruppandoli per test iniziali e finali, secondo lo schema della tabella 4.

Gruppi	N° s.	Potenza		Tempo di contatto		Tempo di volo		Altezza		Indice di Abramov		Indice di Vittori	
		Med.	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Med.	D.S.	M.	D.S.	M.	D.S.
Con. 1	8	32,89	3,67	221,13	20,60	547,50	19,16	36,79	2,53	1,37	0,15	1,25	0,12
Am. 1	12	33,12	7,29	223,75	28,48	548,50	35,98	37,03	4,94	1,38	0,30	1,25	0,21
Alt.1	12	32,06	5,30	223,00	37,12	541,83	37,12	36,15	4,80	1,33	0,22	1,23	0,14
Pot. 1	12	32,37	4,54	218,50	29,05	539,50	45,19	35,91	6,04	1,35	0,19	1,25	0,12
Con. 2	8	32,83	3,85	222,38	25,56	547,88	20,12	36,84	2,66	1,37	0,16	1,25	0,14
Am. 2	11	34,48	6,58	220,55	24,37	557,55	36,56	38,26	5,07	1,43	0,27	1,28	0,18
Alt. 2	12	34,21	5,36	220,50	24,92	556,33	35,68	38,09	4,74	1,42	0,22	1,27	0,15
Pot. 2	12	35,03	5,06	209,17	27,02	548,83	42,70	37,13	5,84	1,46	0,21	1,32	0,14

Tab. 4 – Esempio di tabella descrittiva riassuntiva dei valori dei salti dall'altezza di caduta di 30 cm.

L'analisi statistica comparativa è stata eseguita a tre livelli:

- Primo livello trasversale; eseguito sui test iniziali
- Secondo livello longitudinale; eseguito sui test iniziale-finale
- Terzo livello trasversale; eseguito sui test finali

Nel primo livello sono stati eseguiti due tipi di analisi:

- Test comparativo di tutti e quattro gruppi contemporaneamente, per ogni singolo parametro (6), per ogni altezza di caduta (3); si è eseguito il test di Kruskal-Wallis per un totale di 18 tabelle. Nella tabella 5 un esempio di tale analisi comparativa.

Kruskal-Wallis X₁ : Gruppi Y₁ : Potenza

DDL	3
Nb de groupes	4
Nb de cas	43
H	,356 p = ,9491

Kruskal-Wallis X₁ : Gruppi Y₁ : Potenza

Groupe :	Nb de Cas :	Σ rangs :	Rang moyen :
Groupe 1	8	160	20
Groupe 2	11	242	22
Groupe 3	12	263	21,917
Groupe 4	12	281	23,417

Tab. 5 – Esempio di tabella comparativa del test di Kruskal-Wallis della media dei valori della potenza di un salto da 30 cm dei quattro gruppi.

- Test comparativo dei valori di ogni gruppo con l'altro (6), per ogni parametro (6), per ogni altezza di caduta (3); si è eseguito il test di Mann-Whitney per un totale di 108 tabelle. Nella tabella 6 un esempio di tale analisi comparativa.

U de Mann-Whitney X₁ : Gruppi Y₁ : Gr. C1 - Gr. A1

	Nombre :	Σ rangs :	Rang moyen :
Groupe 1	8	86	10,75
Groupe 2	12	124	10,333
U		46	
U-prime		50	
Z		-,154	p = ,8774

Tab. 6 – Esempio di tabella comparativa del test di Mann-Whitney della media dei valori della potenza di un salto da 30 cm nel confronto tra Gruppo Controllo e Gruppo Ammortizzazione.

Nel secondo livello è stata eseguita l'analisi del confronto tra i risultati dei valori del test iniziale e del test finale dello stesso gruppo (4), per ogni parametro (6), per ogni altezza di caduta (3); si è eseguito il test di Wilcoxon per un totale di 72 tabelle. Nella tabella 7 un esempio di tale analisi comparativa.

Test de Wilcoxon apparié X₁ : Gr. C1-w Y₁ : Gr. C2-w

	Nombre :	∑ rang :	Rang moyen :
Rangs-	3	16	5,333
Rangs +	5	20	4

Z	-,28	p = ,7794
---	------	-----------

Tab. 7 - Esempio di tabella comparativa del test di Wilcoxon della media dei valori della potenza di un salto da 30 cm nel confronto tra test iniziale e finale del Gruppo Controllo.

Nel terzo livello è stata ripetuta l'analisi del primo livello (test di Kruskal-Wallis e test di Mann-Whitney), sui valori dei test finali, che ha prodotto un totale di 126 tabelle di analisi.

Nella "Appendice Statistica" allegata alla presenta ricerca sono raccolti, ordinandoli nelle sezioni "statistica descrittiva" e statistica comparativa", i dati, le tabelle ed i grafici relativi ai test iniziali ed ai test finali della ricerca.

Risultati

I risultati dei test iniziali possono essere riassunti in uno schema come quello raffigurato nella tabella 8 che presenta per ogni gruppo il numero dei soggetti che nelle tre altezze di caduta ha ottenuto il migliore risultato di altezza e potenza.

TEST INIZIALI	N° sog. h - 30 cm	N° sog. h - 40 cm	N° sog. h - 50 cm	N° sog. W - 30 cm	N° sog. W - 40 cm	N° sog. W - 50 cm
Gruppo Controllo 1	4	4	0	8	0	0
Gr. Ammortizzazione 1	5	5	2	12	0	0
Gruppo Altezza 1	5	6	1	12	0	0
Gruppo Potenza 1	5	6	1	12	0	0

Tab. 8 - Distribuzione dei soggetti nei gruppi dopo i test iniziali relativamente ai valori massimi di altezza e potenza ottenuti nelle tre altezze di caduta.

Nelle figure 2a e 2b sono presentati i grafici relativi alla distribuzione dei soggetti dei gruppi dopo i test iniziali.

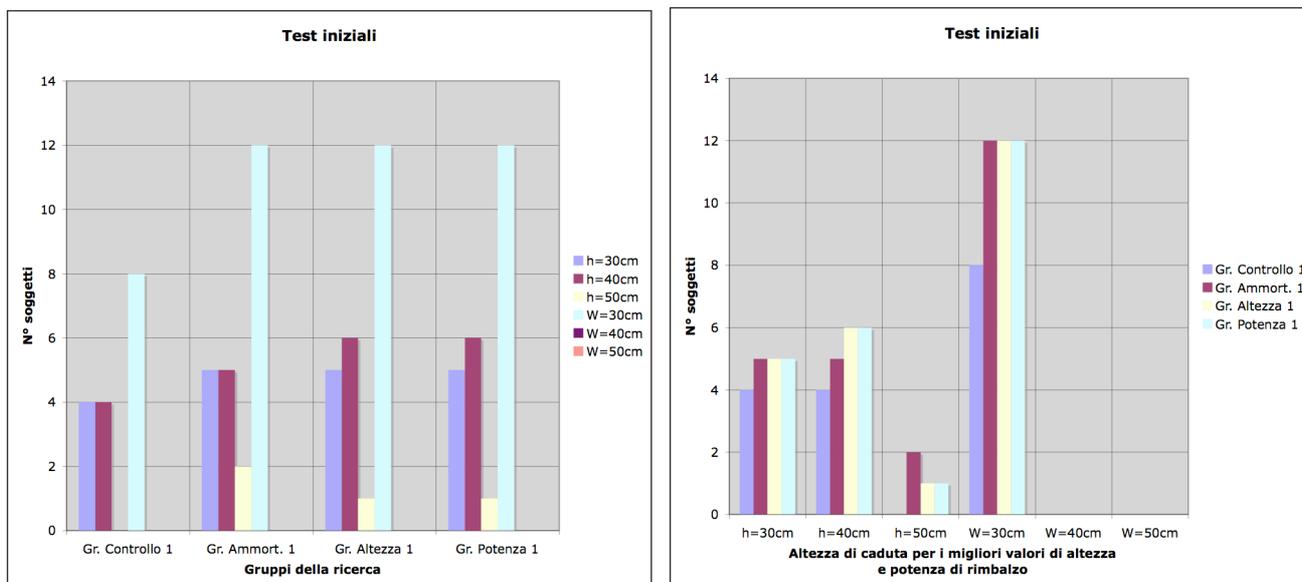


Fig. 2a,b – In “a” distribuzione dei soggetti per gruppi secondo i valori massimi dell'altezza e della potenza di rimbalzo ottenuti in relazione alle altezze di caduta; in “b” distribuzione dei soggetti per altezza di caduta secondo i valori massimi dell'altezza e della potenza di rimbalzo in relazione ai gruppi.

I risultati dei test finali possono essere riassunti in uno schema come quello raffigurato nella tabella 9 che presenta per ogni gruppo il numero dei soggetti che nelle tre altezze di caduta ha ottenuto il migliore risultato di altezza e potenza.

C'è da precisare che durante il corso della sperimentazione un soggetto compreso nel gruppo “ammortizzazione” ha interrotto la sua partecipazione; per questo il numero dei soggetti del suddetto gruppo nei test finali è di 11 e non più di 12.

TEST FINALI	N° sog. h - 30 cm	N° sog. h - 40 cm	N° sog. h - 50 cm	N° sog. W - 30 cm	N° sog. W - 40 cm	N° sog. W - 50 cm
Gruppo Controllo 2	4	4	0	8	0	0
Gr. Ammortizzazione 2	2	6	3	11	0	0
Gruppo Altezza 2	1	6	5	9	3	0
Gruppo Potenza 2	1	6	5	1	10	1

Tab. 9 - Distribuzione dei soggetti nei gruppi dopo i test finali relativamente ai valori massimi di altezza e potenza ottenuti nelle tre altezze di caduta.

Nelle figure 3a e 3b sono presentati i grafici relativi alla distribuzione dei soggetti dei gruppi dopo i test finali.

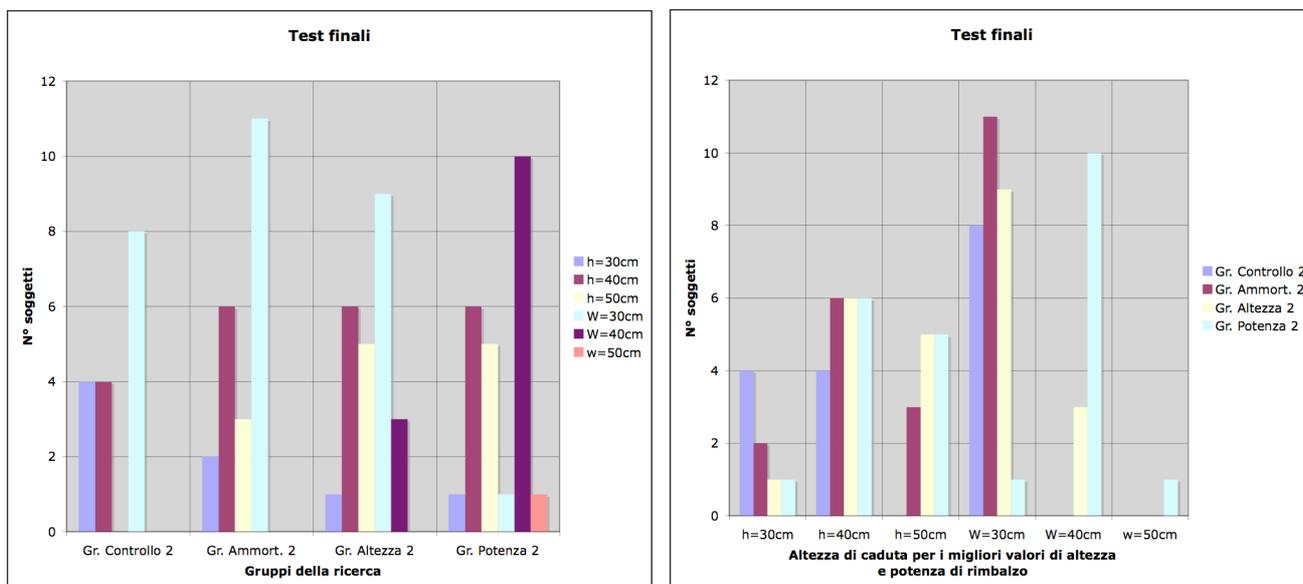


Fig. 3a,b – In “a” distribuzione dei soggetti per gruppi secondo i valori massimi dell'altezza e della potenza di rimbalzo ottenuti in relazione alle altezze di caduta; in “b” distribuzione dei soggetti per altezza di caduta secondo i valori massimi dell'altezza e della potenza di rimbalzo in relazione ai gruppi.

Nella tabella 10 sono presentate le variazioni relative alla comparazione dei test iniziali con i test finali.

Gruppi	Altezza di caduta	Potenza al rimbalzo
Ammortizzazione	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2 su 4 passano da 30 a 40 cm (50%) ▪ 1 su 5 passa 30 a 40 cm (20%) ▪ 2 su 2 restano a 50 cm Totale: 3 su 12 passano di livello (25%)	11 su 11 restano a 30 cm (100%)
Altezza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 su 5 passano da 30 a 40 cm (80%) ▪ 4 su 6 passano da 40 a 50 cm (66%) ▪ 1 su 1 resta a 50 cm Totale: 8 su 12 aumentano di livello (66%)	3 su 12 passano da 30 a 40 cm (25%)
Potenza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 su 5 passano da 30 a 40 cm (80%) ▪ 4 su 6 passano da 40 a 50 cm (66%) ▪ 1 su 1 resta a 50 cm Totale: 8 su 12 aumentano di livello (66%)	11 su 12 passano da 30 a 40 cm (91,66%)

Tab. 10 – Variazioni avvenute all'interno dei gruppi dopo il periodo di sperimentazione; comparazione tra test iniziali e test finali.

Discussione

L'analisi dei risultati non poteva essere effettuata comparando solo i dati dei test dei balzi sulle tre altezze ma doveva allargarsi a verificare l'eventuale miglioramento dei valori di altezza e di potenza di rimbalzo su altezze di caduta diverse da quelle indicate dal test iniziale.

Ciò voleva dire verificare l'eventuale passaggio di un soggetto da un livello ad un altro, intendendo per livello superiore una più elevata altezza di caduta dalla quale si effettuavano una più elevata altezza e/o potenza di rimbalzo.

Dall'analisi dei risultati si è verificato inizialmente che i gruppi erano omogenei al momento dell'inizio della sperimentazione e presentavano diversificazioni alla fine del medesimo periodo.

Nei singoli gruppi si sono evidenziate le seguenti caratteristiche

- Nel gruppo “controllo” non si è evidenziato alcun cambiamento.
- Nel gruppo “ammortizzazione” si possono evidenziare dei miglioramenti dei tempi di volo e quindi dell'altezza che sono dovute al periodo di allenamento.
- Nel gruppo “altezza” si possono evidenziare dei miglioramenti dei tempi di volo e quindi dell'altezza che sono dovuti al periodo di allenamento, e miglioramenti della potenza dovuti all'aumento dell'altezza dei salti mentre i tempi di contatto restano praticamente invariati, che sono effetto dell'allenamento effettuato dall'altezza di caduta che consentiva l'altezza di rimbalzo più elevata.
- Nel gruppo “potenza” si possono evidenziare: dei miglioramenti dei tempi di volo e quindi dell'altezza, segno che l'allenamento da altezze di caduta che consentono la più elevata potenza al rimbalzo ha effetti anche sull'innalzamento dell'altezza di caduta che consente la massima altezza di rimbalzo; dei miglioramenti della potenza dovuti sia all'innalzamento dell'altezza di rimbalzo, ma soprattutto alla diminuzione dei tempi di contatto, con innalzamento dell'altezza di caduta che consente la massima potenza di rimbalzo.

Verifica delle ipotesi formulate

L'analisi del tipo d'attività svolto dai vari gruppi, i valori ottenuti nei singoli test e l'incremento dei valori di queste prestazioni nelle varie altezze di caduta, e l'analisi comparata dei risultati dei test, permettono di poter rispondere ai quesiti formulati nell'enunciazione delle ipotesi consentendo di affermare che al termine della ricerca si è evidenziata una differenza nei test finali tra i gruppi che hanno preso parte alla sperimentazione rispetto ai test iniziali, e che è stata apportata la prova di una differenza o di non differenza all'interno degli stessi gruppi tra i test iniziali ed i test finali relativamente alle ipotesi formulate precedentemente l'inizio del periodo di sperimentazione.

Conclusioni

Gli esiti dei risultati della ricerca dimostrano che l'allenamento dei tre gruppi condotto tramite esercitazioni diverse ha portato ad ottenere dei valori finali diversi rispetto a quelli iniziali.

In particolare i risultati di ogni singolo gruppo sono così sintetizzabili:

- Gruppo Ammortizzazione:
 - aumento dell'altezza di caduta per ottenere un'altezza di rimbalzo più elevata nel 25% dei casi
 - nessun aumento dell'altezza di caduta per ottenere una potenza più elevata nel rimbalzo
- Gruppo Altezza:
 - aumento dell'altezza di caduta per ottenere un'altezza di rimbalzo più elevata nel 66% dei casi
 - aumento dell'altezza di caduta per ottenere una potenza più elevata nel rimbalzo nel 25% dei casi
- Gruppo Potenza:
 - aumento dell'altezza di caduta per ottenere un'altezza di rimbalzo più elevata nel 66% dei casi
 - aumento dell'altezza di caduta per ottenere una potenza più elevata nel rimbalzo nel 91,66% dei casi

Si può quindi concludere che:

- L'allenamento del gruppo "ammortizzazione" ha sviluppato un livello di forza più elevato rispetto al livello di partenza ma non una migliore capacità di espressione veloce della forza.
- L'allenamento del gruppo altezza ha sviluppato un livello di forza più elevato rispetto al livello di partenza ed in un numero di soggetti superiore rispetto al gruppo "ammortizzazione", mentre l'aumento di potenza si è manifestato in un numero ristretto di soggetti.
- L'allenamento del gruppo potenza ha sviluppato un livello di forza più elevato rispetto al livello di partenza ed in maniera pari al gruppo "altezza", mentre l'aumento di potenza si è manifestato in tutti i soggetti del gruppo tranne in un caso.

Riassumendo: l'allenamento con balzo in basso ammortizzato non soddisfa la necessità di sviluppo della potenza nei balzi e solo parzialmente migliora la forza reattiva; si lascia a successivi studi l'ipotesi che potrebbe aumentare i livelli di forza massima. L'allenamento con balzo in basso cadendo dall'altezza che consente il raggiungimento della massima altezza in un successivo ed immediato rimbalzo, non soddisfa la necessità di sviluppo della potenza nei balzi ma ne sviluppa il miglioramento della forza reattiva. L'allenamento con balzo in basso cadendo dall'altezza che consente il raggiungimento della massima potenza in un successivo ed immediato rimbalzo, soddisfa pienamente lo sviluppo della potenza dei balzi e migliora lo sviluppo la forza reattiva.

Limiti dell'indagine

I limiti di questa ricerca sono vari, e si proverà, adesso, ad elencarne i più significativi.

Un primo limite è rappresentato dal numero di soggetti sottoposti alla sperimentazione non elevato;

Un secondo limite è rappresentato che non si siano eseguiti i test su gruppi di atleti dediti ad alcune discipline sportive specifiche (ad es. un gruppo di praticanti la pallavolo, un altro la pallacanestro, un altro gli ostacolisti dell'atletica leggera, un altro i saltatori in alto dell'atletica, un altro i saltatori triplo dell'atletica, etc.).

In antitesi potrebbe deporre a favore della ricerca il fatto che essi provenissero da ambienti diversi e che non praticassero alcuno sport che avrebbe potuto condizionare la loro capacità di espressione del movimento pliometrico

Sono assenti nella ricerca le rilevazioni di alcuni parametri riguardanti caratteristiche come la forza massima, la forza esplosiva, la forza esplosivo-elastica, l'elasticità muscolare che avrebbero potuto rimanere influenzate dalle varie tipologie di allenamento presenti nel protocollo della ricerca.

Si ritiene di aver comunque operato correttamente e nei limiti delle nostre possibilità.

Considerazioni finali

Soggetti appartenenti a discipline diverse dove la reattività è espressa con modalità diverse necessitano di stimoli specifici; è quindi opportuno che atleti che necessitano di altezze di rimbalzo massime, indipendentemente dalla potenza da esprimere si allenino su altezze di caduta che determinano la massima altezza di rimbalzo.

Si fa riferimento ad esempio agli atleti della pallavolo nella fase di salto prima della schiacciata o prima di effettuare un muro, dove i soggetti ricercano la massima altezza di salto in relazione "all'incontro" con il pallone e saltano, quindi, con tempi di appoggio a tal fine adeguati che non corrispondono a quelli con cui esprimono la massima potenza.

Col medesimo ragionamento sarà opportuno che atleti che necessitano di potenza massima da esprimere durante il momento del contatto, si allenino su altezze di caduta che consentono l'espressione di tale potenza.

Si fa riferimento ad esempio agli atleti delle corse ad ostacoli nella fase di atterraggio che, dopo avere effettuato il passaggio dello stesso, necessitano di esprimere la massima potenza per l'avanzamento affinché questi avvenga il più velocemente possibile.

Considerazioni sulle conseguenze negative dei salti in basso

La scelta dell'altezza di caduta adeguata ai mezzi del soggetto e la corretta esecuzione dell'esercizio, riducono al solo riscaldamento la possibile causa di un problema; difatti un riscaldamento inadeguato può comportare fastidi muscolari ed in particolare alle articolazioni.

Il balzo da un'altezza eccessiva può comportare una risposta non coordinata in quanto il sistema nervoso centrale inibisce le capacità reattive-elastiche quando si accorge che non è in grado di controllare la caduta.

Il calcolo dell'energia potenziale lo si ottiene tramite la formula $m \cdot g \cdot h$, dove per "m" s'intende la massa del soggetto che corrisponderà in questo caso al suo peso espresso in kg, per "g" l'accelerazione di gravità, e per "h" l'altezza di caduta espressa in metri.

Quindi un soggetto di 70kg di peso che cade dall'altezza di 0,5 m avrà un'energia potenziale di 343,45 joule che si scaricherà sulle sue articolazioni ed in particolare sulla schiena; una scarsa concentrazione sul salto comporterà un'ammortizzazione scorretta con relative conseguenze.

Prospettive

Al termine di questa ricerca ci si sente di fare una precisazione e cioè che questa ricerca non è indirizzata a mostrare errori metodologici che vengono effettuati nell'allenamento di varie discipline sportive, ma a stimolare la ricerca verso metodi e mezzi d'allenamento più rispondenti alle esigenze di prestazione di una disciplina sportiva ed indirizzare il tecnico all'individualizzazione dell'allenamento contenente gli stimoli più adatti alle caratteristiche del soggetto.

Per concludere, ci si augura che con questa ricerca si sia dato un piccolo apporto ad una più ampia conoscenza sulle caratteristiche delle esercitazioni pliometriche.

Bibliografia

- AA.VV. – *La preparazione fisica, metodi per il miglioramento della forza muscolare* – Coni, Roma 2000
- Atti del convegno “Scienze motorie e sport, verso le Universiadi invernali” – *Allenamento della forza e transfer tecnico: Teoria e pratica* – Tarvisio 2003
- Adams T. – *An investigation of selected pliometric training exercises on musculature leg strenght and power* – Track and Field Quarterly Reviews 1984, 84, 1-36
- Asmussen E. Bonde-Peterson F. – *Storage of elastic energy in skeletal muscel in man* – Acta Physiologica Scandinavia, 1974, 91, 385-392
- Asmussen E. – *Positive and Negative Work* – Acta Physiologica Scandinavia, 1953, 28, 364
- Astrand P.O., Rodahl k. – *Fisiologia, sport-lavoro-esercizio muscolare-antropometria* – edi ermes, Milano 1984
- Barba F. – *Il miglioramento della forza reattiva con i balzi fra gli ostacoli* – Universo Atletica, Roma 1997, Aprile-Giugno 15
- Barba F., Tafuri D. – *l'Allenamento, Teoria e Metodologia* – Idelson-Gnocchi, Napoli, 2007
- Bartholomew S.A. - *Plyometrics and vertical jump training* - Microform Publications, University of Oregon, 1987
- Bellotti P., Matteucci E. – *Allenamento sportivo* – Utet, Torino 1999
- Bobbert M.F. – *Drop jumping as traning method for jumping ability* – Sports Medicine, 1990, 7-22
- Bogdanov P., Ivanov S. – *Biomeccanica degli esercizi* - Società Stampa Sportiva, Roma, 1989
- Bosco C. - *L'effetto del pre-stiramento sul comportamento del muscolo scheletrico e considerazioni fisiologiche sulla forza esplosiva* – *Atleticastudi* Gen.Feb. 1985, 7-117
- Bosco C. - *Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività fisico-sportive* – Società Stampa Sportiva, Roma 1985
- Cavagna G. – *Elastic bounce of body* – J. Appl. Physiol, 1970, 29, 279
- Chu D. - *Jumping into Pliometrics* – Leisure Press Champaign, Illinois 1992
- Clutch D., Wilton M. – *The effect of Depth Jumps ad Weight Training On Leg Strenght and Vertical jump* – Research Quart for Exercise and Sport, 1983, v. 5-4, n. 1, 5-10
- Cometti G. – *La pliometria* – Calzetti e Mariucci, Atti convegno UFR STAPS Dijon 1988
- Cometti G. – *Metodi moderni di potenziamento muscolare* – Calzetti e Mariucci, Perugia, 1988
- Dal Monte A., Faina M. – *Valutazione dell'atleta* – Utet, Torino 1999
- Donskoj D.D, Zatziorskij V.M. – *Biomeccanica* - Società Stampa Sportiva, Roma, 1983

- Enoka R.M. – *Muscle strenght and is development: New perspectives* – Sports Medicine, 1988, 146-168
- Fox E.L.– *Fisiologia dello sport* – Editoriale Grasso, Bologna, 1982
- Fox E.L., Bowers R.W., Foss M.L. - *Le basi fisiologiche dell'educazione fisica e dello sport* – Il Pensiero scientifico Editore, Roma, 1995
- Freeman W., Freeman E. – *Plyometrics: complete training for all sports* – Amer, Championship Book, 1984
- Gambetto V. - *Les principes de l'entrainement pliométrique* - Insep N°579, ed. Insep, 1987
- Hakkinen K., Komi P. - *Effect of explosive strength training on electromyographic and force production characteristics of legs extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercises* - Scand. Jour. Sports Sci., 7(2): 65-76, 1985
- Herrero J.A., Peleteiro J., García D., Cuadrado G., Villa J.G., García J. - *Análisis del entrenamiento pliométrico como trabajo de transferencia de la electroestimulación muscular* - Biomecánica, 10(2): 88-93, 2003
- Kilani H.A., Palmer, S.S., Adrian, M.J., Gapsis, J.J. - *Block of the stretch reflex of vastus lateralis during vertical jumps* - Human Movement Science, 8(3): 247-269, 1989
- Komi P.V. – *Strenght and power in sport* – Boston, Blackwell Scientific, 1992
- Landin P. – *Revue de l'entrainement pliométrique* - Insep N°558 ed. Insep, 1985
- López-Calbet J.A., Arteaga R., Chavaren J., Dorado C. - *Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento. Factores neuromusculares* - Archivos de Medicina del Deporte. 12(47): 219-223, 1995a
- López-Calbet J.A., Arteaga R., Cavaren J., Dorado C. - *Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento. Consideraciones con respecto al entrenamiento de la fuerza* - Archivos de Medicina del Deporte,12(48): 301-309, 1995b
- Lundin, Berg W. – *A review of pliometric training* - NSCA journal, 1991, v. 13, n. 6, 22-30
- Maffiuletti, N.A., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E., Mauro, F. - *Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height* - Med. Sci. Sports Exerc. 34(10):1638-44, 2002
- Maffulli N. – *Comunicazioni personali*
- Martin D., Carl K., Lehnertz k. – *Manuale di teoria dell'allenamento* – Società Stampa Sportiva, Roma, 1997
- Otanez J.D. – *Manual de entrenamiento* – Ed. Jado, Cordoba (Argentina), 2002
- Radcliffe Y., Farantinos R. – *Plyometrics: Explosive Power Training* – Human Kinetics Publ. Inc., Champaign, Illinois 1985
- Schmidtbleicher D. – *Classification del méthodes d'entrainement en musculation* - Insep N°498, ed. Insep, 1985

Steben R., Steben A., - *The validità of stretch shoertening cycle in selected jumping events* – J. Sports Med., 1981, 28-37

Thys H. – *Effet de l'aplitude du movement sur le role joué par l'élasticité musculaire dans l'exercice* - In Revue éducation physique, XV,3, 1975

Tufano L. – *Comunicazioni personali*

Verkhoshansky Y. – *La programmazione e l'organizzazione del processo di allenamento* – Società Stampa Sportiva, Roma 1987

Verkhoshansky Y. – *Mezzi e metodi per l'allenamento della forza esplosiva. Tutto sul metodo d'urto* – Società Stampa Sportiva, Roma 1997

Verkhoshansky Y. – *La preparazione fisica speciale* – Scuola dello sport, Roma 2001

Vittori C. – *L'allenamento della forza nello sprint* – *Aleticastudi* 21,1: 3-25, 1990

Vittori C. – *Comunicazioni personali*

Weineck J. – *L'allenamento ottimale* – Calzetti e Mariucci, Perugia, 2001, 2009

Wilmore J.H., Costill D.L. – *Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport* – Calzetti e Mariucci, Perugia 2005

Wilt F. Plyometrics – *What is it and how it works* – *Modern Athlete and Coach*, 1978, 16, 9-12

Zanon S. - *Zum speziellen Krafttraining: die dewusste Ausnutzung der Muskelvordenhung* - Die Lehre der Leichtathletik – Oct. 1973, 42-43, 1563-1570

Zanon S. – *Plyometrie fur die Sprunge* - Die Lehre der Leichtathletik, Apr 1974, 16, 549-552

Zanon S. – *Plyometric: past and present* - *New Studies In Athletics*, 1989, 4: 7-17

Indice

Premessa	Pag. 2
----------------	--------

PARTE PRIMA – Gli aspetti teorici e metodologici delle esercitazioni della ricerca

Definizione concettuale	Pag. 3
Aspetti neuromuscolari dei salti in basso	Pag. 4
Finalità degli esercizi pliometrici	Pag. 5
Fasi del salto	Pag. 6

PARTE SECONDA – La ricerca

Obiettivi	Pag. 8
Enunciazione dell'ipotesi e definizione delle variabili indipendenti e dipendenti	Pag. 8
Risultati attesi	Pag. 9
Protocollo della ricerca	Pag. 9
Metodologia della ricerca	Pag. 11
Dati della Ricerca	Pag. 13
Analisi statistica	Pag. 15
Risultati	Pag. 17

Discussione	Pag. 20
Verifica delle ipotesi formulate	Pag. 20
Conclusioni	Pag. 21
Limiti dell'indagine	Pag. 22
Considerazioni finali	Pag. 22
Considerazioni sulle conseguenze negative dei salti in basso	Pag. 22
Prospettive	Pag. 23
Bibliografia	Pag. 24
Indice	Pag. 27