IL METODO PLIOMETRICO

Un metodo integrativo per migliorare le espressioni esplosive della forza

Testo e disegni di Stelvio Beraldo

- Aspetti generali
- Gli esercizi di caduta dall'alto secondo il metodo di Bosco e Pittera
- La metodologia
- La programmazione
- La pliometria negli atleti giovani

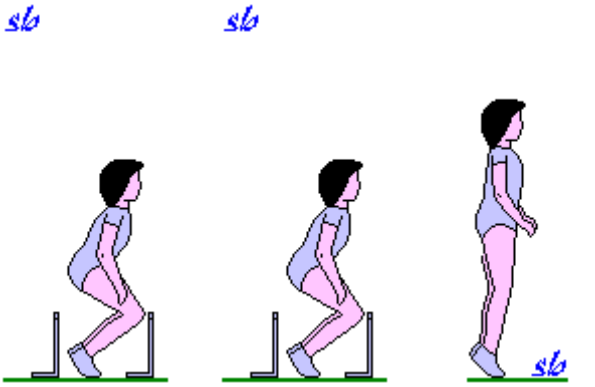
Aspetti generali

Le esercitazioni pliometriche fanno parte del gruppo di metodologie utilizzate per l'incremento della FORZA RAPIDA (o VELOCE), ovvero della capacità del sistema neuromuscolare di superare resistenze con un'elevata velocità di contrazione.
Viene definita (Figure):

- **Forza esplosiva** quando il sollevamento o lo spostamento veloce di un carico (anche del corpo) inizia da situazione di immobilità (esempio: partenza dai blocchi di uno sprinter, salti e balzi con partenza da fermo da un angolo articolare prestabilito);
- **Forza esplosiva elastica** quando vi è azione pliometrica della muscolatura con movimenti articolari accentuati (es.: salto in alto, balzi) eseguiti alla massima velocità. Nell'azione pliometrica, ad una veloce azione eccentrica segue una rapidissima azione concentrica (inversione di movimento). Questo permette di utilizzare una ulteriore percentuale di forza espressa dalla componente elastica dei muscoli.
- **Forza esplosiva elastica riflessa** (stiffness) quando vi è azione pliometrica con movimenti articolari molto ridotti e rapidissimi (es.: corsa, saltelli). Solitamente si riferisce all'appoggio e rapida spinta a terra del piede.

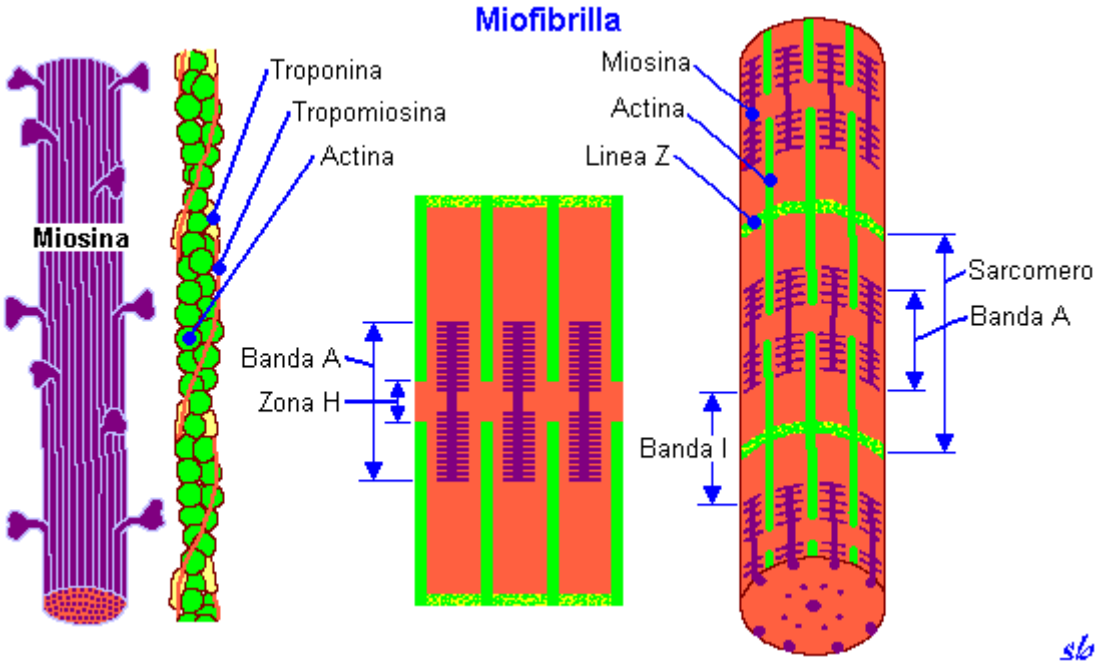
Le fibre muscolari maggiormente impegnate sono quelle a "contrazione rapida" o bianche (FT).

Modalità di espressione della Forza rapida

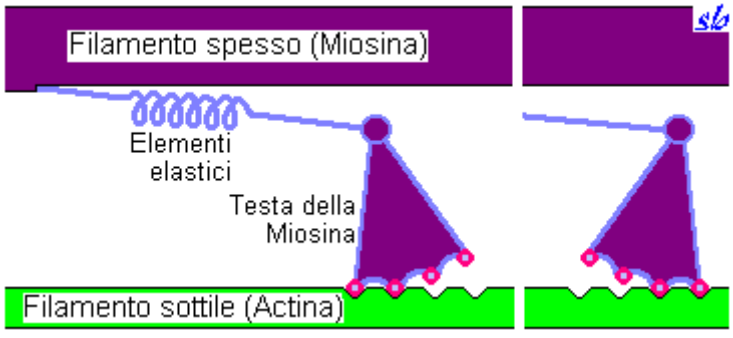


Anche se il termine "Pliometria" definisce una particolare metodologia di allenamento che sfrutta il "prestiramento" muscolo-tendineo (Forza esplosiva-elastica), va evidenziato che gran parte dei movimenti del corpo, sportivi e non, presentano questa caratteristica (corsa, saltelli, salti, balzi, lanci, ecc.).
Il "Padre" del moderno Metodo Pliometrico (salti in basso) è certamente il compianto Prof. Carmelo Bosco, scienziato di fama e meriti di livello internazionale che lo rielaborò alcuni anni fa insieme al Prof. C. Pittera.
La principale caratteristica del Metodo Pliometrico è quello di stimolare le proprietà neuromuscolari con sollecitazioni intense e brevissime, tali da sviluppare elevatissimi gradienti di forza estrinsecata ad altissima velocità (ciclo di accorciamento del muscolo con ammortizzazione e rapida inversione del movimento). Questo si ottiene grazie all'esercizio di caduta dall'alto ove i muscoli estensori delle gambe (principalmente il Quadricipite femorale ed il Tricipite surale) vengono attivamente allungati (lavoro eccentrico) e immagazzinano un notevole quantità di energia elastica che poi viene utilizzata durante la fase di spinta (lavoro concentrico).
Sulle proprietà meccaniche del muscolo, anche in relazione agli studi di A.V. Hill nel 1950, si fa riferimento al seguente modello:
- elementi contrattili: comprende i processi che precedono la risposta del muscolo allo stimolo
- elementi visco elastici:
  - elementi elastici in serie: residenti all'interno della materia contrattile (nei legami tra filamenti di actina e miosina), nel tendine e nel fascicolo tendineo del muscolo;
  - elementi contrattili in parallelo (passivi): posti all'interno del sarcolemma e tessuto connettivo che quali endomisio, perimisio, epimisio.

Dopo l'ipotesi di A.F. Huxley (1957) che teorizzò lo "scorrimento dei filamenti", molti studi recenti hanno dimostrato che la maggior parte delle proprietà elastiche del muscolo è situata nei "cross bridge", ovvero nei ponti di contatto tra Miosina e Actina che sono le componenti contrattili.



Secondo F.W. Flitney e D.G. Hirst (1975), quando un muscolo viene fortemente stirato si assiste ad una controtendenza nella rotazione normale della testa dei filamenti di Actina che ruotano all'indietro (Figura). Pertanto assumono una posizione più favorevole all'immagazzinamento di energia meccanica.
In un muscolo sottoposto a stiramento la capacità di esprimere tono ed elasticità è legata all'attivazione dei sarcomeri che compongono ogni miofibrilla muscolare, più precisamente alla formazione e rottura dei ponti formati dalla actina e dalla miosina. La formazione di questi ponti dura solo qualche frazione di secondo e la rottura comporta una perdita di tensione. Se prima della scomparsa della tensione si fa seguire al lavoro eccentrico (allungamento) una rapida contrazione concentrica (accorciamento) si ottiene una energia elastica che va a sommarsi alla forza sviluppata.



Quindi l'ottimale applicazione del metodo pliometrico deve tenere in considerazione:
- la durata del movimento (molto breve, pena la dispersione in calore dell'energia immagazzinata) e la velocità esecutiva (massima soprattutto nel "caricamento e inversione del movimento, in modo da attivare il massimo possibile di unità motorie);

- l'ampiezza dello stiramento (non eccessiva e tale che l'effetto del riflesso miotatico, o da stiramento, sia in sintonia con la fase di inversione del movimento. Il riflesso miotatico si manifesta dopo 40-70 ms dalla fase di prestiramento. L'attivazione del riflesso miotatico favorisce il reclutamento di un numero più elevato di unità motorie in tempi brevi. Si ipotizza che sul riflesso miotatico e sul tono muscolare collaborino anche i corpuscoli tendinei del Golgi, quindi che la loro funzione non sia limitata solo alle informazioni al Sistema Nervoso Centrale sulle modalità di reclutamento delle varie unità motorie).

Confrontando la risposta tra diversi soggetti è emerso che (C. Bosco):

- gli atleti maschi riescono a sostenere carichi di stiramento più elevati rispetto alle femmine;
- gli atleti femmine riescono ad immagazzinare una maggiore quantità di energia dei maschi;
- gli atleti molto giovani non riescono, nella fase eccentrica, a raggiungere valori in sintonia con la propria massima forza isometrica (questo è probabilmente dovuto alla non completa maturazione del Sistema Nervoso Centrale e alla bassa soglia di attivazione dei corpuscoli tendinei del Golgi).
- gli atleti anziani hanno una minore capacità di risposta allo stiramento muscolare (probabilmente deriva dalla perdita di massa proteica muscolare, da un aumento del grasso e del tessuto connettivo).

E' stato anche rilevato che muscoli con fibre corte e tendini lunghi (es.: Tricipite surale) conservano una maggiore quantità di energia rispetto ai muscoli con fibre lunghe e tendini corti.

Insieme ai muscoli estensori del piede, nei salti e nella corsa assumono importanza anche le capacità elastiche dell'arco plantare. In particolare nella corsa la capacità di conservare energia diventa funzionale ai fini del risparmio energetico.

Gli esercizi di caduta dall'alto secondo il metodo di Bosco e Pittera

Consistono nella esecuzione di cadute dall'alto, seguite da un rapido salto verticale.

La caduta può essere eseguita secondo due modalità (vedi gli esempi e relative illustrazioni animate):

1) Mantenendo le gambe tese (senza provocare un irrigidimento della muscolatura degli arti inferiori), pertanto le variazioni angolari risulteranno minime (170° circa dell'angolo del ginocchio nella fase ammortizzazione-inversione di movimento) ed il tempo di contatto sarà breve (Figura). Con questo esercizio viene sollecitata maggiormente la muscolatura estensoria del piede.

2) Proposta da C. Bosco e C. Pittera dove la posizione di partenza e di arrivo a terra deve avvenire sempre con gli arti inferiori in atteggiamento semibreve (angolo al ginocchio di 90-110°) (Figura).

Rispetto all'esecuzione classica (a gambe tese con contromovimento che viene inserito su un angolo di 135° al ginocchio), la modalità in atteggiamento semibreve presenta i seguenti vantaggi:

- favorisce l'attività elettromiografica e crea una maggiore tensione muscolare

- incremento della risposta del riflesso miotatico
- specialmente negli sport di squadra, dove gli angoli articolari di lavoro sono diversi, vengono influenzate positivamente tutte le azioni pliometriche su tutte le posizioni angolari utilizzate
- le tensioni sulle articolazioni delle ginocchia e delle caviglie sono nettamente inferiori.

Esempio di esercitazioni pliometriche che possono essere inserite in un programma di allenamento
(secondo C. Bosco)



1) Caduta da un rialzo di 40-50 cm. con arrivo a terra ad un angolo di 170° circa delle ginocchia.

2) L'esercizio n. 1 eseguito su un solo arto e da un'altezza di 20-30 cm.

3) Caduta da un rialzo di 40-50 cm, mantenendo sempre un angolo di 90-110° delle ginocchia.

4) L'esercizio n. 3 eseguito su un solo arto e da un'altezza di 20-30 cm.

5) Corsa balzata alternando gli appoggi a terra.

La metodologia

Salti in basso - Parametri di lavoro

Percentuale del carico rispetto al massimale	Numero di serie per ogni gruppo muscolare	Numero di ripetizioni in ogni serie	Ritmo di esecuzione	Tempo di recupero tra le serie
carico naturale	6-8	8-10	rimbalzo più rapido possibile	molto lungo (10-15 minuti)

Note:
- Alla fase di "caricamento" deve seguire un rapido salto verticale con intensità massima.
- L'altezza di caduta ottimale è normalmente quella che permette la migliore prestazione di rimbalzo (massima altezza che si raggiunge). Questa si ottiene dopo una serie di tentativi con cadute da altezze progressivamente crescenti.

Le VARIANTI che possono essere aggiunte sono numerose e dipendono anche dalla fantasia ed esperienza del tecnico.

Sprint che utilizzano varie distanze e modalità di esecuzione
(secondo C. Bosco)

Distanza	Tipo di sprint
10-30 metri	- sprint; - decelerazione improvvisa in fase di massimo sprint (sollecita anche la componente elastica); - corsa in salita; - corsa con traino. Queste esercitazioni sono tipiche per la forza esplosiva nell'ambito del meccanismo anaerobico alattacido.

	Un esempio di metodologia è l'esecuzione di 5 ripetizioni sulla distanza prescelta intervallate da recupero "attivo" completo (*).
40 metri	- 4-5 ripetizioni con poche decine di secondi di recupero da effettuare al 90-95% della massima velocità per 4-5 serie intervallate da circa 8 minuti di recupero "attivo". Questo esercizio incide anche sul meccanismo anaerobico lattacido.
50 metri	- accelerazioni con variazioni di velocità dove a 50 metri veloci seguono 50 metri blandi (6-8 ripetizioni per 2-3 serie con recupero "attivo" di circa 8 minuti tra le serie). Questo esercizio incide sul il meccanismo anaerobico lattacido; - ad ogni scatto di 50 metri si decelera rapidamente e si riparte invertendo il senso di marcia (3-4 ripetizioni al 90-95% della massima velocità per 3 serie intervallate da circa 8 minuti di recupero). I 50 metri possono essere percorsi anche per tratti più brevi di 20-30 metri. Questo esercizio incide sulla resistenza alla velocità e sollecita sia il meccanismo anaerobico lattacido che la componente elastica.

(*) Per recupero "attivo" si intendono tutte quelle esercitazioni blande una più veloce utilizzazione dell'acido lattico e nel contempo mantengono attivo il sistema nervoso (es.: esercizi di preatletismo).

La programmazione

Va tenuto presente che le esercitazioni pliometriche con salti in basso fanno parte di una metodologia integrativa utile allo sviluppo della forza rapida per atleti altamente qualificati con un buon livello di adattamento dell'apparato locomotore ai carichi di lavoro.
Non va utilizzata in maniera isolata, ma inserita in un programma specifico per il miglioramento della forza rapida, solitamente all'inizio del mesociclo precedente la gara (3-4 settimane dedicate anche al metodo pliometrico per terminare almeno 2 settimane prima della competizione).
Come tutti i metodi ad altissima intensità muscolare trova applicazione nelle discipline sportive che richiedono la massima prestazione sportiva, ovvero lo stato di forma sportiva (*) 2-3 volte l'anno. Ha invece scarsa utilità nelle discipline sportive che non richiedono il raggiungimento della forma sportiva ma solo una costante ed elevata condizione fisica (*) per molti mesi dell'anno (es.: sport di squadra che sostengono un lungo campionato). Infatti, come avviene sempre dopo aver inserito in un ciclo di allenamento una particolare metodologia ad elevatissima intensità, se ne vedono svanire gli effetti in breve tempo se lo stesso livello di intensità non viene mantenuto in tutti i microcicli del programma annuale. In sostanza è come pretendere di mantenere elevatissimo e costante lo stato di forma sportiva per diversi mesi.

(*) La condizione fisica è lo stato di ottimale efficienza quotidiana dell'atleta ed è determinata dal livello delle capacità funzionali dell'organismo (apparato locomotore, cardiocircolatorio, respiratorio, ecc.).
La forma sportiva è l'estrinsecazione delle massime potenzialità fisiche e psichiche dell'atleta ed è un livello momentaneo raggiungibile solo partendo da una buona condizione fisica (può essere raggiunta 2-3 volte l'anno nel microciclo di gara).

A scopo preventivo di possibili traumi all'apparato locomotore, prima di iniziare un lavoro pianificato di esercizi pliometrici va dedicato un adeguato periodo alla preparazione della forza generale, lavoro che determina l'adattamento

biologico e il rafforzamento delle strutture maggiormente sollecitate (tendini, legamenti, capsule e strutture interne articolari).

La pliometria negli atleti giovani

Come già accennato in precedenza, gli atleti molto giovani non riescono, nella fase eccentrica, a raggiungere valori in sintonia con la propria massima forza isometrica (questo è probabilmente dovuto alla non completa maturazione del Sistema Nervoso Centrale e alla bassa soglia di attivazione dei corpuscoli tendinei del Golgi).
Più che esercizi pliometrici di salti in basso, nei giovani è più efficace un intervento di forza esplosiva elastica con vari esercizi a carico naturale.
Gli esercizi a carico naturale danno la possibilità di scegliere tra una vastissima gamma di esercizi generali e specifici che possono essere espressi con ritmi e coordinazioni vicini al gesto di gara. Inoltre è possibile lavorare contemporaneamente con una squadra di oltre 10-15 atleti, eseguendo gli esercizi in avanzamento o sul posto.
Possono essere utilizzati come unico mezzo di allenamento dei vari aspetti della forza forza rapida oppure abbinati agli allenamenti con pesi liberi e salti in basso. In questo secondo caso agiscono da ponte tra la forza rapida ottenuta con i pesi liberi e il suo trasferimento su ritmi esecutivi e coordinazioni neuromuscolari ottimali.
Va sempre messo in evidenza che anche le esercitazioni a carico naturale per la forza rapida sollecitano fortemente le componenti passive dell'apparato locomotore (strutture articolari e tendini muscolari).
La possibilità di traumi aumenta notevolmente quando si è in presenza di scarso equilibrio di forza muscolare tra le varie regioni del corpo (forza generale). In questo caso risulta anche meno efficace l'incremento della forza rapida. Pertanto un primo periodo di rafforzamento muscolare, anche col solo carico naturale, si rende indispensabile (Esercizi e Tabella).
In questo modo viene favorito l’adattamento biologico e il rafforzamento delle strutture maggiormente sollecitate (tendini, legamenti, capsule e strutture interne articolari, ecc. dette anche "strutture passive").
Un ulteriore aspetto legato alla prevenzione è il riscaldamento specifico dei gruppi muscolari che si vanno ad impegnare.
Tra gli effetti positivi del riscaldamento ricordiamo:
- ridistribuzione ottimale del flusso sanguigno nell’intero corpo, con un incremento verso i muscoli ed una riduzione verso gli organi interni non coinvolti nell’attività
- maggiore afflusso di sangue ai muscoli in quanto si determina una vasodilatazione periferica ed un aumento della frequenza cardiaca. La cessione dell’ossigeno da parte dell’emoglobina del sangue viene facilitata e diventa più rapida e completa
- facilitazione delle reazioni biochimiche muscolari grazie alla diminuzione dell’energia necessaria all’attivazione delle reazioni chimiche del metabolismo energetico. Questo consente un utilizzo più efficace dei substrati energetici;
- liberazione di glucosio nel circolo sanguigno

- facilitazione nella trasmissione dell'impulso nervoso poiché si innalza la soglia di sensibilità dei recettori nervosi e aumenta la velocità di conduzione degli impulsi nervosi. Si riduce il tempo intercorrente tra l'arrivo dello stimolo nervoso e la risposta muscolare (tempo di latenza). Le risposte neuromuscolari ed i movimenti diventano più rapidi e coordinati
- riduzione della viscosità interna del muscolo e conseguente minore attrito interno tra le fibre e migliore contrattilità muscolare
- miglioramento delle qualità elastiche delle fibre muscolari e dei tendini con relativo innalzamento della loro funzionalità meccanica
- diminuzione della viscosità del liquido sinoviale delle articolazioni e conseguente miglioramento della funzionalità in quanto le facce articolari scorrono con più facilità.

Se si eseguono dei salti in basso non va enfatizzata l'altezza di caduta, ma l'accento va posto sulla reattività degli arti inferiori non appena toccano il suolo. Il rimbalzo per avanti attenua l'impatto sulle strutture biologiche passive. Quindi cautela unita a sollecitazioni non massimali.

Per ulteriori approfondimenti vedi:
Miglioramento della forza rapida e della rapidità con esercizi a carico naturale

---

Stelvio Beraldo
Maestro di Sport