

Proposte metodologiche di valutazione delle capacità fisiche nei giovani ai fini di individuare le caratteristiche specifiche delle varie proprietà fisiologiche coinvolte nelle diverse specialità dell'atletica leggera

Carmelo Bosco

Responsabile della Ricerca Scientifica per il Centro Studi e Ricerche FIDAL

Kellis Spiros

Anche se gli effetti prodotti dalla pratica dell'atletica leggera sullo sviluppo biologico dei giovani sono conosciuti, rilevamenti trasversali e longitudinali per valutare i parametri fondamentali delle proprietà, neuromuscolari, dell'apparato locomotore e dei processi metabolici coinvolti nelle varie specialità dell'atletica, sono stati realizzati nel nostro paese, saltuariamente e senza una programmazione organica.

Tutto ciò si può attribuire, non alla mancanza di adeguate metodologie scientifiche, ma alla difficoltà di trovare personale qualificato, capace di realizzare in forma sistematica valutazioni e verifiche periodiche sui giovani atleti.

Pertanto, se dal punto di vista tecnico l'allenatore è capace di realizzare una diagnosi soggettiva delle qualità specifiche possedute dal giovane atleta, sotto il profilo biologico e delle qualità intrinseche riesce più difficile una valutazione oggettiva delle proprietà e caratteristiche fisiche di base.

Generalmente, si cerca di rilevare, con test così detti «da campo», le caratteristiche fisiche, con espressioni generiche di movimento.

I test da campo, pur rappresentando un considerevole aiuto per la verifica ed il controllo del lavoro svolto, per la loro stessa realizzazione materiale non possono essere considerati mezzi oggettivi di valutazioni di qualità specifiche determinate.

Per esempio un test da campo molto diffuso è rappresentato dal «lungo da fermo», quale espressione di forza esplosiva. Se dal punto di vista operativo tale test è di facilissima realizzazione, dal punto di vista qualitativo si presentano moltissime difficoltà di interpretazione.

Infatti a determinare questa prova, oltre che alla forza esplosiva concorrono la coordinazione arti superiori - arti inferiori, l'elasticità muscolare, la lunghezza degli arti e in certi casi il riflesso miotatico o da stiramento.

Quindi l'opera di valutazione che si cerca di realizzare con metodi molto semplici, la più corretta che si possa realizzare, non può mai raggiungere livelli scientifici accettabili ed idonei per poter controllare qualità biologiche di estrema importanza, per determinare le caratteristiche di un individuo. A tale scopo è stata realizzata una metodologia di valutazione delle proprietà fisiche, (Test di Bosco 1981/83) che utilizzando una strumentazione scientifica molto sofisticata riesce a valutare, individuare e selezionare molte caratteristiche fisiche senza che questi vengano influenzati da altri fattori.

Il test di Bosco serve a valutare le caratteristiche miogene e neurogene del comportamento muscolare degli arti inferiori. Inoltre, poiché vengono utilizzati una serie di salti e balzi che generalmente fanno parte del lavoro sistematico dei mezzi di allenamento tradizionale, viene assicurata la specificità sia nel reclutamento delle varie unità motorie, che nella catena cinetica dei vari gruppi muscolari interessati al movimento.

LE PROVE STANDARD DEL TEST DI BOSCO

Le seguenti prove standardizzate costituiscono le batterie funzionali del test introdotto da Bosco:

- 1) Squat Jump (SJ), o salto con partenza da fermo.
- 2) Squat Jump con il sollevamento di carichi variabili (20-100 kg, bilanciere sulle spalle) e particolarmente con carico pari al peso del corpo (SJ_{bw}).
- 3) Counter Movement Jump (CMJ) o salto con il contromovimento.
- 4) Drop Jump (DJ) o salto in basso in proseguimento da caduta da una certa altezza (da 20-100 cm) o salto pliometrico.
- 5) Salti continui del tipo CMJ della durata variabile tra 5 ed i 60 s (5-60s).
- 6) Salti o balzi continui della durata di 5-7 s realizzate a ginocchia rigide (bloccate) con o senza il superamento di ostacoli e con o senza l'aiuto delle braccia.

LO SQUAT JUMP

Il metodo di esecuzione dello SJ è mostrato nella Fig. 1

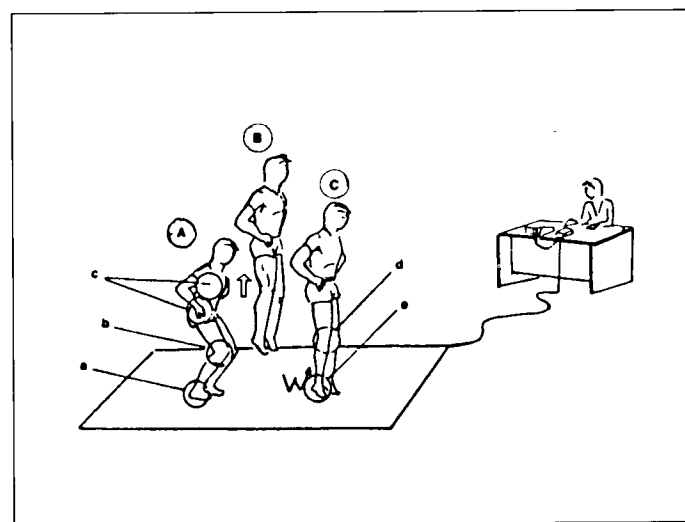


Fig. 1 - Per eseguire correttamente il test occorre osservare le seguenti regole:

- a) pianta dei piedi a contatto con il tappeto
- b) α alle ginocchia di 90°
- c) mani ai fianchi, busto eretto
- d) α alle ginocchia di 180°
- e) piedi iperestesi

In questa prova il soggetto deve effettuare un salto verticale partendo dalla posizione di mezzo Squat (ginocchia piegate a 90°), con il busto eretto e tenendo le mani ai fianchi. Il soggetto deve eseguire la prova senza compiere contromovi-

menti verso il basso*; il salto da fermo, realizzato senza l'ausilio delle braccia, costituisce una prova semplice, di facile apprendimento e di elevata standardizzazione.

Lo *Squat Jump* permette, attraverso l'elevazione raggiunta dal soggetto in questo test, di valutare la forza esplosiva degli arti inferiori; il valore di elevazione è infatti in rapporto diretto con la velocità verticale del soggetto al momento dello stacco, e tale velocità è frutto di accelerazione che gli arti inferiori imprimono al centro di gravità. Sappiamo che lo spostamento angolare delle articolazioni degli arti inferiori è di 90° (l'angolo del ginocchio è uguale a 180° al momento dello stacco) e perciò è standard in tutti i soggetti che effettuano uno SJ.

Poiché l'arco di movimento lungo il quale la muscolatura esprime tensione è uguale per tutti i soggetti (90°), è evidente che l'accelerazione positiva del corpo verso l'alto è il prodotto di un grande sviluppo tensivo (forza), in tempo molto breve (tra i 280 ed i 320 ms secondo se si tratta di soggetti con molta o poca percentuale di FT nelle gambe).

CARATTERISTICHE DELLO SQUAT JUMP

- Qualità indagata: forza esplosiva, capacità di reclutamento nervoso, espressione di una percentuale di FT.
- Modalità di attivazione: lavoro concentrico (positivo).
- Relazione con altri parametri e funzioni: correlazione con lo sprint con il test di Abalakow, di Seargent, con il lungo da fermo, con il picco del momento di forza registrato al Cybex a velocità di 4,2 rad/s (Bosco e coll., 1983c).

** SQUAT JUMP CON CARICO CRESCENTE SULLE SPALLE FINO AL PESO DEL CORPO (SJ_{bw}) ED OLTRE

Il metodo di esecuzione dello SJ con carico crescente (SJ_{10kg} - SJ_{100kg}) o con carico pari al peso del corpo (SJ_{bw}) è simile allo SJ (vedi Fig. 2), ma in più deve sollevare carichi che possono variare da 10 fino a 100 kg ed oltre.

Caratteristiche dello SJ con carico sulle spalle:

- Qualità indagata: forza dinamica massima con carichi leggeri (SJ_{30kg}) e pesanti (SJ_{bw}). Capacità di reclutamento nervoso (Bosco e coll., 1982 a). Espressione della struttura morfologica degli estensori (sezione trasversa dei muscoli, dimensioni delle fibre sia del tipo FT che ST) (Bosco, 1985).

* Potrebbe succedere che qualche soggetto non riesca ad eliminare qualche accenno di contromovimento, in questo caso l'operatore si deve avvicinare al soggetto e deve premere, verso il basso con una mano, contro la spalla dell'atleta per poi toglierla repentinamente, a questo punto il soggetto deve prontamente saltare verso l'alto.

** Questo tipo di prova può essere eseguita solamente da coloro che conoscono la tecnica di sollevamento pesi e che quindi utilizzano il bilanciere per i loro allenamenti normali.

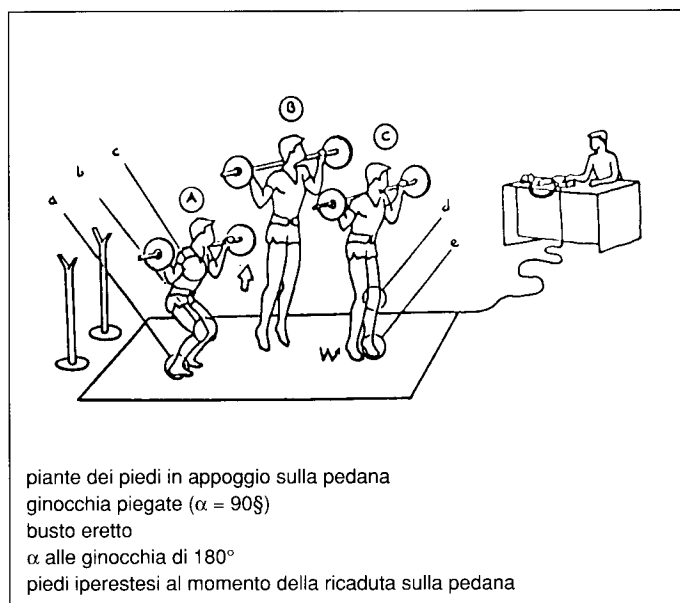


Fig. 2 - Metodo di esecuzione di SJ con carichi crescenti

- Modalità di attivazione: lavoro concentrico (positivo)
- Relazione con altri parametri e funzioni: $SJ_{10-40kg}$ correlato con SJ e CMJ. SJ_{bw} con forza isometrica massima. Base fondamentale per la trasformazione in forza veloce forza esplosiva della forza di base. È fondamentale per un giusto equilibrio tra la forza e la velocità, inoltre è connessa alla resistenza alla forza veloce.

IL COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ)

Il Counter Movement Jump (CMJ) è una prova in cui l'azione di salto verso l'alto viene realizzata grazie al ciclo stiramento accorciamento (Fig. 3).

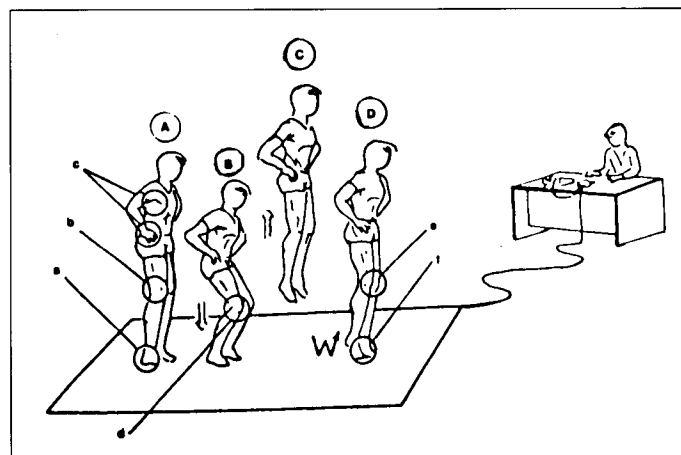


Fig. 3 - Metodo di esecuzione del CMJ



Poiché il contromovimento verso il basso viene compiuto con un'accelerazione molto modesta e gli estensori vengono attivati solo al momento dell'inversione del movimento, si può affermare che lo stiramento degli elementi elastici e il successivo riutilizzo di energia elastica sia contenuto e che l'incremento della prestazione rispetto allo *Squat Jump* sia dovuto in qualche caso anche allo sfruttamento del riflesso miotatico (fattore di tipo coordinativo).

In questa prova il soggetto si trova in posizione eretta, con le mani ai fianchi, e deve effettuare un salto verticale dopo

contromovimento verso il basso (si devono piegare le gambe sino a 90°). Durante l'azione di piegamento il busto deve rimanere il più eretto possibile per evitare ogni possibile influenza sulla prestazione degli arti inferiori.

CARATTERISTICHE DEL COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ)

- Qualità indagata: Forza esplosiva, capacità di reclutamento nervoso, espressione di percentuali elevate di FT, riutilizzo di energia elastica, coordinazione intra e inter muscolare.

- Modalità di attivazione: Lavoro concentrico preceduto da attivazione eccentrica (contromovimento). Durante la fase di lavoro eccentrico il sistema nervoso viene sollecitato e gli elementi elastici in serie attivi (cross-bridge) e passivi (tendini) vengono allungati favorendo immagazzinamento di energia elastica, che viene successivamente riutilizzata durante la fase di spinta. La preattivazione del sistema nervoso che si manifesta durante il lavoro eccentrico permette ai soggetti ricchi di fibre lente di avere la possibilità temporale di poter reclutare le unità motorie toniche (ST) che richiedono un tempo di attivazione più lungo rispetto a quelle fasiche. In tal modo all'inizio della spinta (lavoro positivo) l'attivazione nervosa è massimale, sia in soggetti lenti che in soggetti veloci a differenza dello SJ in cui si ha un'incremento progressivo dello sviluppo della forza e dell'attività mioelettrica (Fig. 4) (Bosco e coll., 1987 a).

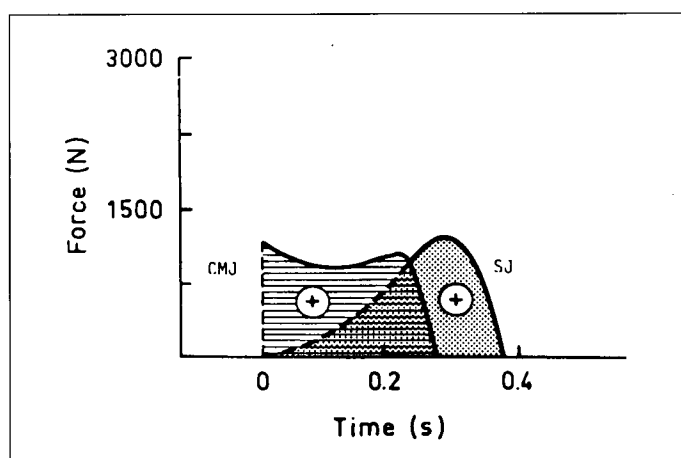


Fig. 4 - Registrazione della forza di reazione del terreno durante SJ e CMJ nella direzione verticale. Nello SJ la forza sale progressivamente partendo da zero, in contrasto nel CMJ l'inizio della fase positiva è caratterizzato da un'elevata forza iniziale provocata da una preattivazione neuromuscolare dovuta al contromovimento

- Relazione con altri parametri e funzioni: Correlazione con lo sprint (Fig. 5), con il test di Abalakov, di Seargent, con il lungo da fermo, con il picco del momento di forze registrate

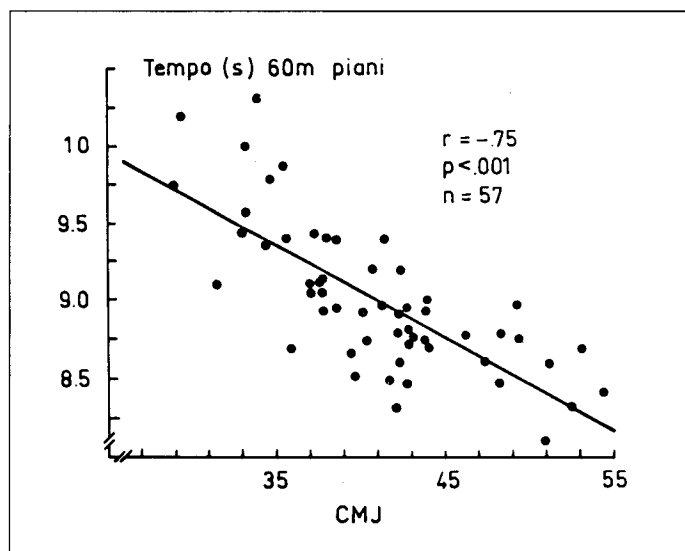


Fig. 5 - Relazione tra il tempo impiegato a percorrere 60 m e la capacità di salto durante il CMJ in giovani giocatori di pallavolo di 16 anni

con il Cybex (dinamometro isocinetico) con la forza isometrica massima, con l'area delle fibre veloci del m. vasto laterale (Mero e coll., 1991) e con la percentuale di fibre veloci presente negli estensori delle gambe (Bosco e Komi, 1979 a).

VALUTAZIONE DELLA POTENZA MECCANICA SVILUPPATA E DEL METABOLISMO ANAEROBICO ALATTACIDO E LATTACIDO DURANTE L'ESECUZIONE DI BALZI CONTINUI DEL TIPO CMJ PER LA DURATA DI 5-60 SECONDI

Questo test oltre che fornire informazioni sulle qualità visco elastiche dei muscoli estensori delle gambe, viene utilizzato per valutare le caratteristiche dei processi metabolici che sostengono il lavoro muscolare per un periodo che può variare da 5 fino a 60 s. Il metodo di esecuzione dei salti praticamente è come quello del CMJ, con la sola differenza che vengono eseguiti, in successione durante il tempo stabilito. Come per le altre prove di salto il soggetto deve tenere il busto eretto e le mani ai fianchi. Occorre inoltre fare molta attenzione al piegamento delle gambe fino a raggiungere l'angolo al ginocchio di 90° (Fig. 6). Durante l'esecuzione di prove lunghe (30-60 s) si può verificare che alla fine della prova, per effetto della fatica, non si riesca a piegare bene le ginocchia fino all'angolo desiderato (90°), ma si useranno variazioni angolari meno ampie. Se questo si verifica la prova di valutazione della potenza meccanica non

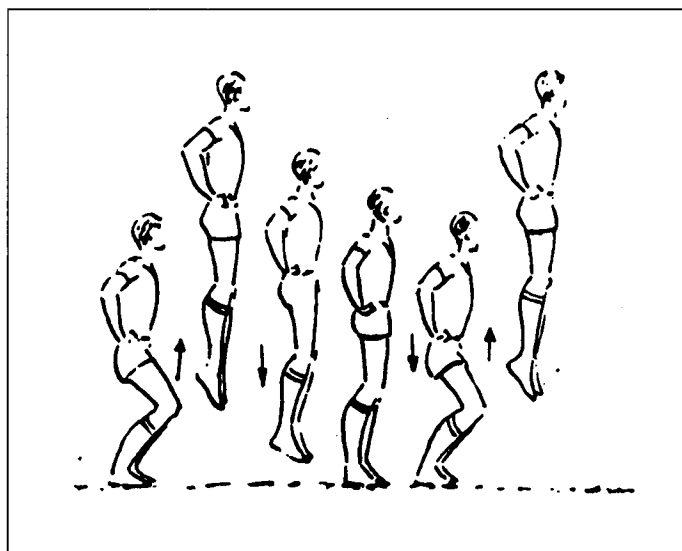


Fig. 6 - Esempio di test per la valutazione della potenza anaerobica. Il soggetto deve eseguire una successione di salti verticali continui per un periodo di tempo predeterminato

può essere considerata valida, poiché con variazioni angolari minime vengono modificate le condizioni di lavoro biomeccanico degli arti inferiori. Una variazione angolare ridotta (50° circa) vedi Fig. 7A, provoca un miglioramento del rendimento energetico del 30% circa rispetto a variazioni angolari ampie (90° circa) Fig. 7B durante l'esecuzione di

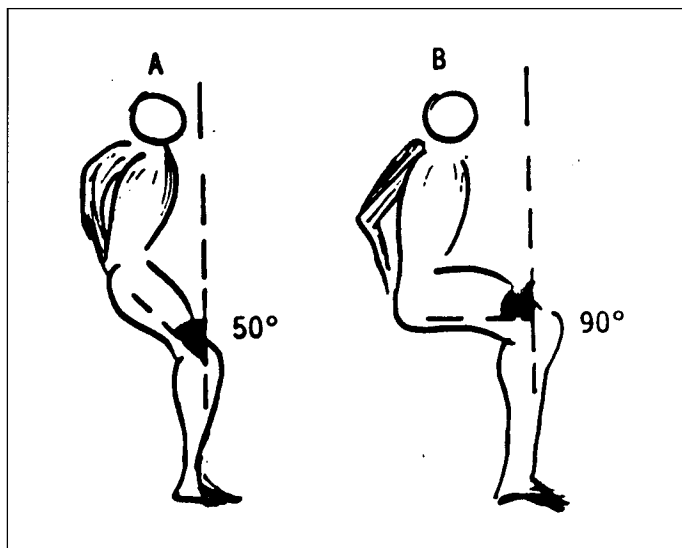


Fig. 7 A/B - Presentazione schematica di un'esecuzione di salto con variazione angolare al ginocchio modesta (50° circa), A, e con variazione angolare al ginocchio (90° circa) ampia come richiesta dal protocollo del test B

queste prove (Bosco e coll., 1982 c). Fattori connessi al riutilizzo di energia elastica all'attivazione elettrica muscolare e alle condizioni biomeccaniche che si creano a livello dell'articolazione del ginocchio (Smidt, 1973) sembrano i maggiori responsabili di questi miglioramenti.

Pertanto si verificano esecuzioni non ortodosse delle prove, che si discostano molto dalle condizioni standardizzate richieste, la valutazione può essere sempre accettata a condizione di non considerare il valore della potenza, ma solamente quello dell'altezza superata. Infatti una variazione angolare ridotta non provoca miglioramenti di quest'ultima.

Affinché il test fornisca informazioni rigorose ed attendibili, il soggetto durante la prova deve impegnarsi al massimo e fin dall'inizio, senza cercare di distribuire lo sforzo nel tempo stabilito. In media si dovrebbe eseguire un ciclo completo (cioè un balzo) al secondo, pertanto in 15 s si dovrebbero eseguire non più di 15 salti. Nel caso vengono eseguiti più salti vuol dire che non sono state rispettate le variazioni angolari di 90°, piegando di meno le gambe si spenderà meno tempo, durante la fase di contatto, e quindi di realizzeranno più salti. In soggetti alti circa 190 cm il numero dei salti in 15 s può variare dai 13 ai 14 al massimo, mentre per coloro i quali sono alti 180 cm il numero medio sarà di 14-15, per soggetti alti 170 il numero sarà 15-16 ed infine per coloro che sono alti 160 il numero dei salti può essere leggermente più alto. Il numero dei salti non è correlato con la potenza meccanica sviluppata in quanto se si è poco potenti si impiegherà molto tempo a contatto sul terreno e poco nella fase di volo, il contrario sarà per soggetti forti, quindi il ciclo più o meno rimane invariato. I distretti muscolari più impegnati nella prova sono rispettivamente il quadricipite femorale, seguito dai glutei, i muscoli estensori del tronco e in modo irrilevante il tricipite surale.

Il programma dello Psion è stato programmato in modo che rilevando sia il numero dei salti che il tempo di volo e di contatto di ogni salto viene calcolato automaticamente, utilizzando la formula di Bosco e coll., (1983 a), sia la potenza meccanica espressa in watt/kg che l'altezza media dei salti espressa direttamente in cm, inoltre possono essere visualizzati nel display i tempi di contatto e di volo di ogni singolo salto. Nel caso che si sceglie un periodo di lavoro qualsiasi per esempio di 5 secondi, lo strumento fornirà logicamente sia la potenza che l'altezza. Se invece si effettua una prova di 60 s, saranno forniti i dati parziali di ogni 15 s sia di potenza che di altezza oltre al dato finale complessivo, tutto ciò appare nel display a richiesta dell'operatore.

Applicazione pratica e considerazioni fisiologiche sul test eseguito con i salti continui di breve durata (5-15 s)

L'introduzione di questa nuova forma di valutazione offre agli allenatori, medici sportivi, fisiologi, insegnanti, una possibilità diagnostica sia dei processi neuromuscolari, che

quelli metabolici durante una prova di breve durata ed altissima intensità lavorativa. Prove di breve durata 5-15 s si rendono assolutamente necessarie per la valutazione degli atleti impegnati in discipline in cui la forza esplosiva è una funzione importante per la realizzazione dello sport praticato a livello agonistico. Nei bambini (5-10 anni) è consigliabile di non prolungare lo sforzo per più di 5 s. Nei giovani (11-16 anni) si possono usare già tempi prolungati fino a 10-15 s. La potenza meccanica durante i salti continui (5-15 s) ha mostrato di rappresentare un parametro funzionale molto sensibile alle qualità e le caratteristiche individuali, gli adattamenti indotti dall'allenamento (Bosco e coll., 1989) ed alle discipline praticate. Correlazioni statisticamente significative sono state osservate con il Test di Margaria, con il test di Abalakow, con il picco del momento di forza misurato al Cybex, con il tempo a percorrere i 60 m, e con il Wingate Test (Bosco e coll., 1983 a, b, c.).

Quando viene eseguito il test ad un soggetto, i valori riscontrati debbono essere valutati sia in assoluto che confrontati con i valori medi riscontrati su popolazione omogenea, cioè con la media dei valori ottenuti su atleti praticanti lo stesso sport (Bosco 1992). La valutazione del valore assoluto permette di realizzare lo studio longitudinale, in modo da verificare periodicamente se le qualità diagnosticate variano nel tempo in funzione per esempio dell'allenamento o dell'età. Il confronto con i membri del gruppo omogeneo permette di osservare il livello del soggetto e come le qualità fisiologiche stimolate variano in funzione alle modifiche indotte agli altri membri del gruppo.

Calcolo della capacità di resistenza alla forza veloce

I valori forniti nella prova di salti continui sono due: la potenza meccanica e l'altezza media realizzata durante i salti, quest'ultimo valore se confrontato con quello del CMJ offre la possibilità di valutare la resistenza alla forza veloce. Atleti ben allenati che praticano discipline in cui la forza esplosiva è molto rilevante per la prestazione (sci alpino, sprint, hockey su ghiaccio, ecc.) mostrano capacità di resistenza alla forza veloce molto elevata. Il valore del rapporto tra l'altezza media durante 15 s (h_{15s}) e quelle del CMJ (h_{15s}/h_{CMJ}) si deve avvicinare ad 1, nel caso di atleti impegnati in giochi di squadra valori buoni si aggirano tra 0,90-0,95.

Un'altra possibilità di valutare la resistenza alla forza veloce è quella di dividere il valore medio dell'altezza realizzata negli ultimi tre salti, nella prova di 15 s per esempio, con il corrispettivo ottenuto all'inizio della prova. Il programma di lavoro operativo dell'Ergojump-Fiber Counter è predisposto per richiamare nel display i singoli valori di ogni salto, questi espressi in tempi di volo debbono essere trasformati in altezza (h). Anche in questo caso tanto più il quoziente ottenuto si avvicina ad 1 tanto più resistente alla forza veloce sarà il soggetto. Tutto ciò è valido se il soggetto ha espresso

il massimo sforzo durante tutta la durata della prova. Per verificare se la prova è stata eseguita con il massimo impegno occorre solo confrontare l'altezza media dei primi tre salti (h_i) con quella del CMJ. Se i due valori si avvicinano vuol dire che il soggetto ha espresso il massimo sforzo e quindi la prova può essere considerata valida. Ecco un esempio pratico di come si può calcolare la capacità di resistenza alla forza veloce in una prova di 15 s.

Soggetto A - Specialità: sci alpino; **età:** 25 anni; **rango:** nazionale - **periodo della stagione agonistica:** inizio fase di preparazione estiva.

Prova: 15s Potenza meccanica: 30,9 watt/kg; $h_{15s} = 48,0$ cm
valore del CMJ: $h = 56,9$ cm.

Prova dei 15s: Media dei primi tre salti: $h_i = 51,7$ cm
media ultimi tre salti: $h_f = 46,0$ cm

Capacità di resistenza alla forza veloce: h_{15s}/h_{CMJ} sarà data da: $48,0/56,9 = 0,86$

Secondo metodo di calcolo di resistenza alla forza veloce: h_f/h_i che sarà dato da: $46,0/51,7 = 0,89$

Calcolo dell'impegno esercitato durante la prova: h_i/h_{CMJ} che si otterrà da: $51,7/56,9 = 0,90$

Analisi dei dati: il soggetto manca di resistenza alla forza veloce che si deve attribuire principalmente a mancanza di allenamento.

Analisi dell'impegno esercitato durante la prova: Il soggetto ha manifestato scarso impegno poiché l'indice ottenuto al di sotto dei valori medi riscontrati per atleti del suo rango e disciplina.

Le potenzialità genetiche dell'atleta sono buone, queste si evidenziano dai valori di potenza e di CMJ, che non si discostano dalla media generale osservate su una popolazione omogenea ampia (confrontare i valori con quelli della nazionale italiana di sci alpino presentati in Bosco 1992). Infatti nonostante l'atleta non manifesti caratteristiche di una persona molto allenata (manifestazione chiara di poca resistenza e di poco impegno, forse dovuto alla constatazione di non essere in forma) i valori per sé vanno bene.

Le prove diagnostiche realizzate con la durata di 5-15s danno informazione relative, innanzi tutto, alla capacità di sviluppare potenza meccanica (contributo energetico e meccanico), questa esprime la velocità di utilizzazione del pool fosforici (ATP e CP) e parzialmente l'intervento dei processi glicolitici, oltre che al comportamento funzionale delle caratteristiche visco-elastiche dei muscoli estensori delle gambe; inoltre le capacità di coordinazione inter e intra muscolare intervengono fortemente alla realizzazione di una

buona prova. Nella Tavola 1 sono presentati i valori indicativi della capacità di resistenza alla forza veloce, calcolata con il metodo $h_{15s}/h_{CMJ} \times 100$, per atleti praticanti sport individuali e sport di squadra, nella prova di 15 s di salti.

Tavola 1 - Valori di resistenza alla Forza veloce

$h_{15s}/h_{CMJ} \times 100$ Individuali	Livello	$h_{15s}/h_{CMJ} \times 100$ Squadra
80	Scarso	70
90	Mediocre	80
100	Buono	90

Questi principi hanno guidato la programmazione dell'allenamento degli atleti appartenenti alla nazionale italiana di sci alpino (Bosco e Cotelli, 1990) e risultati molto buoni sono già stati osservati da D'Urbano (1991). Determinare il numero ottimale di ripetizioni da seguire, mediante il decremento del lavoro muscolare e della potenza sviluppata permette di risparmiare molte energie psicofisiche. Queste possono essere successivamente impiegate per realizzare sforzi ed allenamenti specifici indirizzati verso stimoli ed adattamenti controllati. Nello stesso tempo vengono eliminati stimoli ed adattamenti non desiderati che potrebbero provocare modificazioni nocive ed indesiderate attraverso l'uso di carichi di lavoro determinati a priori ed uguali per tutti (Bosco, 1990).

DROP JUMP O SALTO VERTICALE IN PROSEGUIMENTO DA UNA CADUTA DALL'ALTO DA ALTEZZE VARIABILI (20-100 CM)

Il metodo di esecuzione del DJ è mostrato nella Fig. 8. Il soggetto che si trova sopra una panca si lascia cadere sopra la pedana a conduttanza, al contatto della quale deve reagire con uno sforzo violento per cercare di realizzare un salto verticale massimale. L'altezza di caduta varia secondo le capacità del soggetto (20-100 cm.). Alla partenza questi si trova sopra la panca in posizione eretta, gambe diritte (angolo al ginocchio 180°), mani ai fianchi. Il salto verso il basso viene eseguito portando avanti un piede e lasciandosi cadere per effetto della gravità. Al momento di contratto occorre arrestare il più velocemente possibile il movimento verso il basso, cercando di bloccare le ginocchia.

- Qualità indagate: Stiffness muscolare che rappresenta la capacità neuromuscolare di sviluppare altissimi valori di

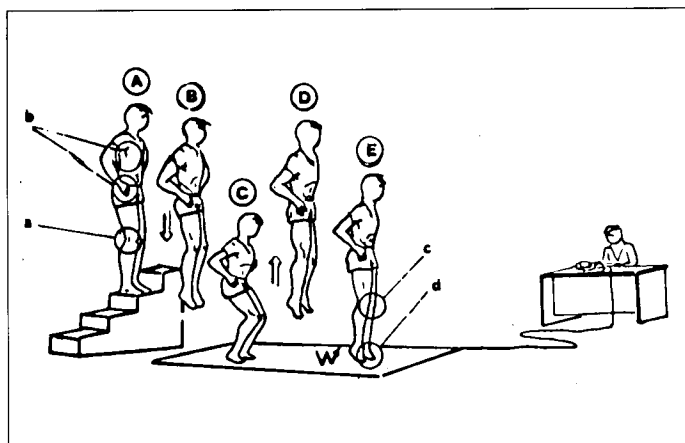


Fig. 8 - Rappresentazione schematica dell'esecuzione del DJ test

forza durante il ciclo stiramento-accorciamento, comportamento visco-elastico degli estensori, riflesso miotatico o riflesso da stiramento, comportamento dei propriocettori inibitori (Corpuscoli Tendinei del Golgi (CTG)).

- Modalità di attivazione muscolare: Attivazione muscolare secondo il ciclo «stiramento-accorciamento» dei muscoli estensori delle gambe. Cadendo da altezze di circa 30-40 cm viene sollecitato prevalentemente il tricipite surale, con altezze superiori si solleciteranno sempre più fortemente i muscoli della coscia (quadricipite femorale) Schmidtbleicher e Gollohofer 1982).

Test di valutazione durante i balzi eseguiti a ginocchia bloccate per alcuni secondi (5-7) con o senza il superamento di ostacoli (HS)

Come suggerito dal Prof. Carlo Vittori, questo test può essere realizzato con o senza il superamento di ostacoli (Figg. 9

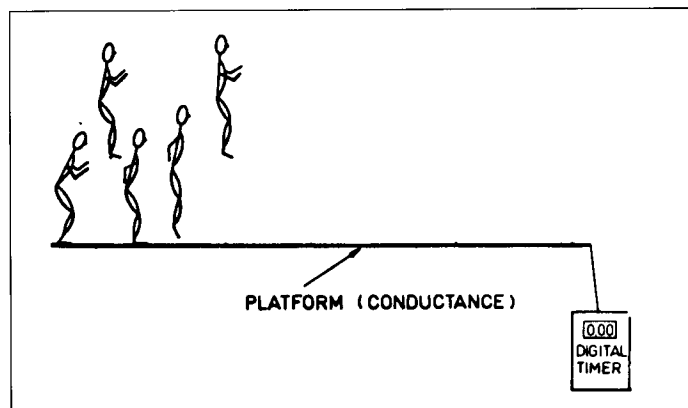


Fig. 9 - Esempio pratico di una prova per valutare la forza reattiva di balzi eseguiti sopra gli ostacoli

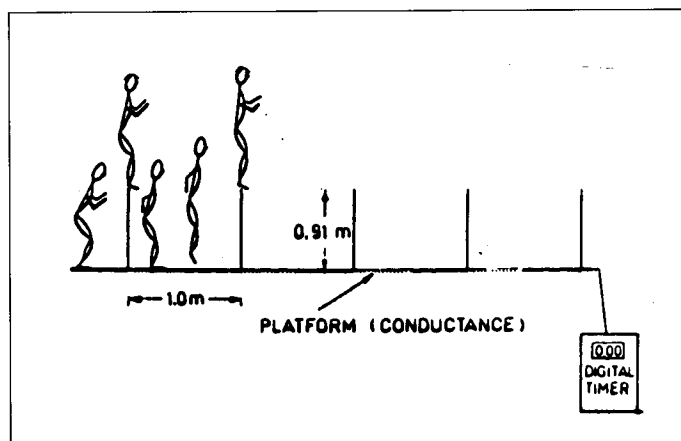


Fig. 10 - Esempio pratico di balzi verticali per valutare la forza reattiva delle gambe

e 10), rappresenta una variante del DJ-test dove gioca un ruolo importante non solo la coordinazione intra e inter muscolare, ma anche la capacità di utilizzare le braccia, l'energia elastica ed i riflessi di stiramento. La prova consiste nell'esecuzione di alcuni balzi (5-7) verticali cercando di saltare più in alto possibile e rimanere al suolo nel tempo più breve. Il sollevamento del centro di gravità (h) ed il tempo di contatto vengono misurati e registrati per il calcolo della potenza meccanica sviluppata utilizzando la formula introdotta da Bosco e coll. (1983 a).

Durante l'esecuzione della prova le ginocchia debbono essere bloccate al massimo mentre le braccia possono essere utilizzate. L'uso delle braccia può contribuire alla prestazione per il 15-25% del valore raggiunto. A differenza del BDJ i carichi che deve ammortizzare il soggetto (altezza di caduta \times la propria massa) si avvicinano a quelli che riesce a sviluppare. Infatti sollevandosi per esempio di circa 60 cm il contributo delle sole gambe sarà di circa 50 cm e l'altro sarà dato dall'uso delle braccia, nel momento di atterraggio tutto il carico sarà assorbito dal lavoro eccentrico dei muscoli estensori. Quindi non si possono creare condizioni troppo pericolose e di rischio per il lavoro eccentrico, mentre per il DJ questo pericolo è molto frequente e pertanto si consiglia cautela ed attenzione nell'utilizzo del DJ come allenamento.

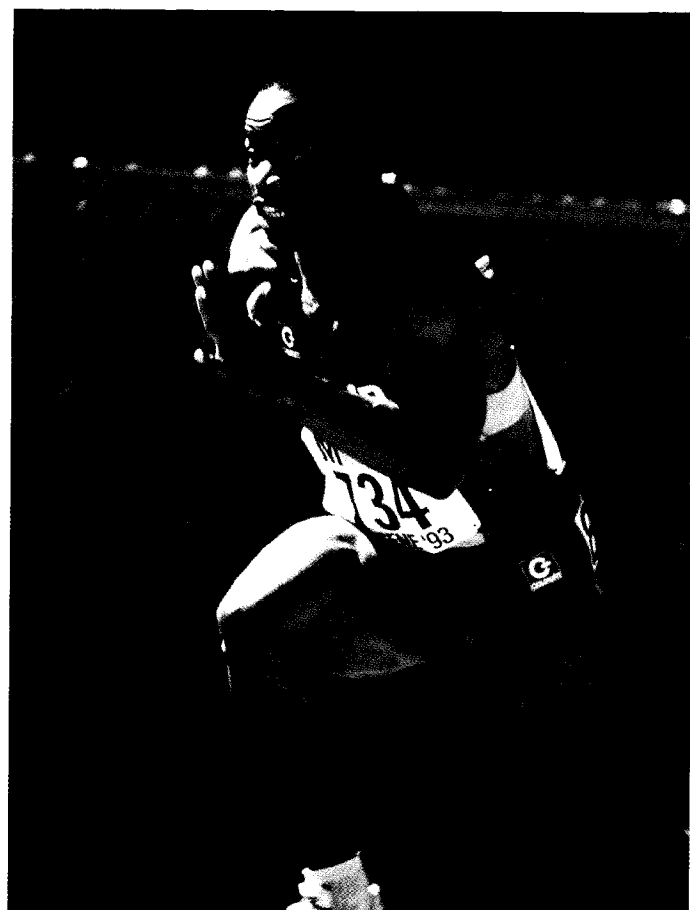
- Qualità indagate (vedi DJ).

Considerazioni fisiologiche sul DJ e sui balzi con o senza ostacoli (B_{hs}) ed applicazioni pratiche di allenamento

All'inizio degli anni sessanta sono state introdotte esercitazioni specifiche indirizzate allo stimolo delle qualità neuromuscolari denominate esercizi «pliometrici» (Verchosanskij, 1970). Le esercitazioni classiche di pliomatria (DJ) e quelle come i balzi fra gli ostacoli, prevedono l'ampiezza limitata dalle variazioni angolari delle articolazioni interessate.

Queste condizioni biomeccaniche sollecitano fortemente l'attivazione meccanica del tipo stiramento-accorciamento stimolando sia le strutture neurogene che miogene. Forse l'attivazione più complessa ed interessante è quella neurogena, in quanto vengono ad essere sollecitati due funzioni in contrasto fra di loro: una inibitoria (CTG) e l'altra eccitatoria (riflessi da stiramento). L'equilibrio che viene creato tra gli stimoli eccitatori e quelli inibitori creano le condizioni di realizzazione della prestazione, che logicamente è sempre sotto un controllo diretto e centrale del sistema nervoso. Le esercitazioni di DJ, devono essere prima valutate cadendo da altezze differenti, iniziando da valori bassi fino a raggiungere valori alti, cioè occorre innanzitutto valutare attraverso un metodo empirico quale è l'altezza di caduta ottimale di ogni soggetto (ACO). Per altezza di caduta ottimale si intende l'altezza cadendo dalla quale il soggetto riesce ad estrarre la migliore risposta neuromuscolare realizzando il salto verticale più elevato, che generalmente corrisponde con la più elevata risposta di potenziamento del riflesso miotatico, che debbono superare gli stimoli inibitori esercitati dai CTG.

Studi eseguiti su soggetti allenati e non, hanno evidenziato



che soggetti allenati riescono ad assorbire meglio i carichi di stiramento rispetto a soggetti non allenati. Successive ricerche (Bosco e Komi, 1980) evidenziarono che per ogni atleta esisteva un'altezza di caduta ottimale che gli permetteva di utilizzare completamente ed interamente le proprie qualità neuromuscolari.

La funzione principale degli esercizi pliometrici è quella di stimolare le proprietà neuromuscolari provocando sollecitazioni in cui si sviluppano in tempi brevissimi elevatissimi livelli di forza, che vengono manifestati ad altissima velocità. Tutto ciò può essere realizzato grazie all'attivazione di tipo stiramento-accorciamento che rappresenta l'attività muscolare di base di quasi tutte le discipline sportive. Nella Fig. 11 sono presentati i parametri di forza e velocità richiesti in alcune discipline e quelli che si ottengono durante l'esecuzione di tutte le prove che costituiscono il test di Bosco. Questi includono un larghissimo spettro di estrinsecazione

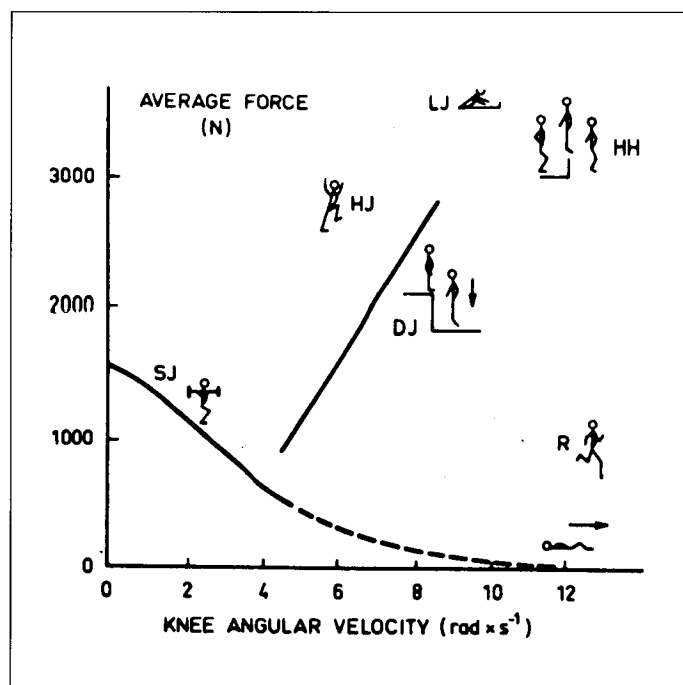


Fig. 11 - Relazione forza-velocità rappresentata per due diverse condizioni di salto verticale: salto da posizione accosciata (Squatting Jump, SJ) e salto con caduta (Dropping Jump, DJ). In condizioni di SJ si può assumere che la componente contrattile dei muscoli estensori della gamba sia responsabile dello sviluppo di forza durante lo stacco. In condizioni di DJ, l'energia elastica viene immagazzinata nei muscoli estensori della gamba durante la fase eccentrica per attenuare l'energia cinetica durante l'impatto, e viene poi utilizzata sotto forma di lavoro meccanico durante la fase concentrica (positiva). Sembra che da questo fenomeno dipenda lo spostamento verso l'alto-destra della curva della relazione F-V. Si tratta, tuttavia, di risultati sperimentali (da Bosco e Komi 1979a). Il grafico contiene anche tracciati di calcoli teorici fatti per il salto in alto (High Jump, HJ); salto in lungo (Long Jump, LJ) e per la corsa (Running, R.)

di forza manifestata con diverse velocità. Come si può notare, la velocità di esecuzione, per esempio, di un mezzo di allenamento come il 1/2 squat è di gran lunga inferiore a quella con cui si realizza la corsa. Pertanto gli esercizi di DJ sono fondamentali, affinché si possano creare adattamenti fisiologici che riflettano condizioni biomeccaniche richieste in prestazione. Analoghi andamenti si manifestano osservando l'accelerazione media (sinonimo di forza media, dato che $F = \text{massa} \times \text{accelerazione}$, e la massa non varia essendo rappresentata dal peso del soggetto) sviluppata durante alcune espressioni fondamentali del movimento presentata in funzione del tempo necessario alla sua realizzazione. Insieme sono presentati i valori che si registrano nelle prove che costituiscono il test di Bosco. Come si vede, per esempio, l'attivazione muscolare nello sprint non si discosta molto da quello che si realizza nel DJ, sia qualitativamente che quantitativamente. Questa similitudine di comportamento neuromuscolare può spiegare in parte la correlazione trovata tra il DJ e la velocità.

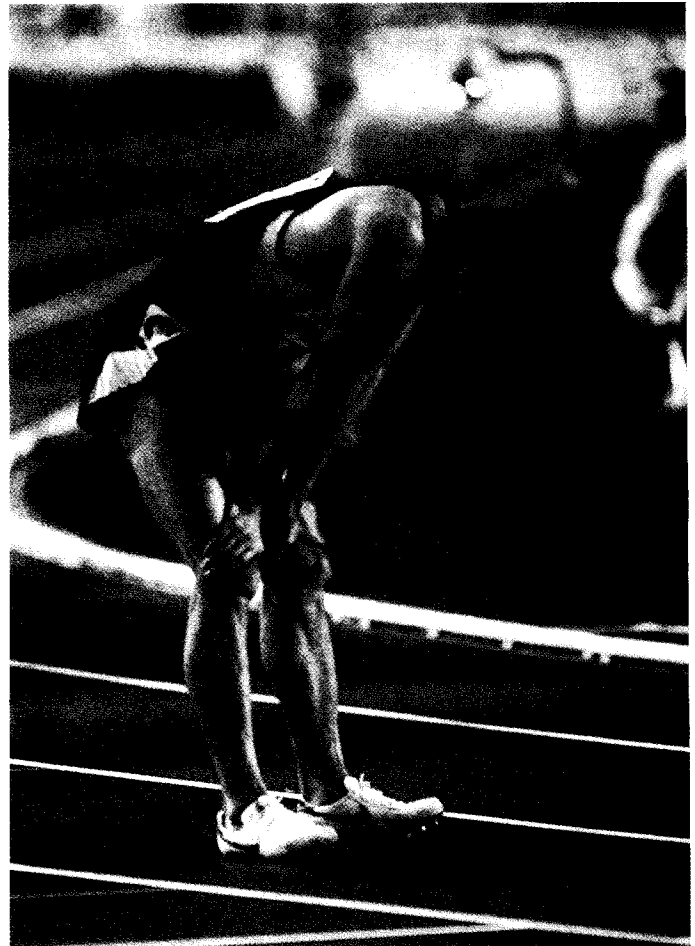
A livello indicativo viene presentata una Tavola (Tavola 2) di valori indicativi sui tempi di contatto registrati nel BDJ (altezza di caduta ottimale) negli esercizi pliometrici per uomini e durante i balzi eseguiti con o senza ostacoli per uomini e donne.

Tavola 2 - Valori indicativi dei tempi di contatto registrati durante esercitazioni pliometriche (ACO o DBJ) o balzi eseguiti superando ostacoli di 91 cm o senza

Esercitazioni pliometriche Maschi (ACO o BDJ) Tempi di contatto (ms)	Valore	Balzi con o senza ostacoli Maschi Femmine*	
		Tempi di contatto (ms)	
145-160	Eccellente	130-150	120-140
160-175	Buono	150-160	140-150
175-190	Discreto	160-180	150-160
≥ 160	≥ 180	≥ 150	

LA STIMA INDIRETTA DELLA PERCENTUALE DI FIBRE VELOCI PRESENTI NEGLI ESTENSORI DELLE GAMBE

La conoscenza della struttura morfologica funzionale dei muscoli estensori della gamba (quadricepiti femorale) è di fondamentale importanza per la pianificazione di un programma di allenamento razionale che si basa su presupposti scientifici ed obiettivi e capace di personalizzare carichi di



lavoro nelle sue componenti qualitative e quantitative. Le caratteristiche istologiche dei muscoli estensori possono essere diagnosticate con un metodo efficace ma cruento: la biopsia.

Per ovvie ragioni tale metodo non può essere applicato su vaste popolazioni di sportivi, pertanto in tutto il mondo sono stati studiati mezzi alternativi che dessero la possibilità di fornire una stima indiretta della percentuale di fibre senza ricorrere al metodo cruento. A tale scopo non pochi sono stati i tentativi di correlare la percentuale di fibre veloci (FT) dei muscoli estensori e le più svariate prove di capacità funzionali. Fra queste quella che ha ricevuto maggiore attenzione è stata rappresentata dal tasso di decremento della potenza muscolare sviluppata durante prolungati sforzi massimali eseguiti su ergometri isocinetici (Thorstensson, 1976; Tesche coll., 1978), durante l'esecuzione di una serie di salti continui per 60 s (Bosco e coll., 1983 b) o il Wingate test (Bar-Or e coll., 1977). Purtroppo il decremento della potenza muscolare potrebbe essere determinato in parte dal metabolismo aerobico (Katch e Weltman, 1979) quindi la validità del tasso di decremento della potenza muscolare come crite-

rio di stima indiretta della percentuale di FT presenta molte incertezze e variabili incontrollabili (Vandewalle e coll., 1987).

Un approccio differente, ma sempre basato su principi rigorosamente scientifici, dopo molti anni di esperimenti, è stato avanzato con successo da Bosco (1987). Modelli matematici e alcune proprietà biologiche delle caratteristiche specifiche che distinguono le FT da quelle lente (ST) costituiscono le basi fondamentali del metodo introdotto da Bosco. Infatti le FT sono caratterizzate da un'espressione rapida di sviluppo di forza dovuto ad una maggiore concentrazione di ATP-asi (Barany, 1967) ed a una più elevata frequenza di stimolo essendo queste innervate da nervi motori più grandi ed a conduzione nervosa più rapida dei motoneuri connessi con le ST (Burke, 1973). Queste caratteristiche delle FT, conferiscono agli atleti che ne sono ricchi una prestazione di salto verticale di gran lunga più elevata che nei soggetti lenti. Infatti estesi rilevamenti eseguiti su una larga popolazione di atleti e sedentari ha evidenziato una forte correlazione tra la percentuale di FT presente nel vasto laterale e le capacità di salto (Fig. 12).

Pertanto basato su queste osservazioni è stato costruito un modello biomeccanico che ci permette di stimare la % di FT misurando solo l'entità del salto realizzato durante l'esecuzione di alcune prove. Le prove sono 15 s di salti continui,

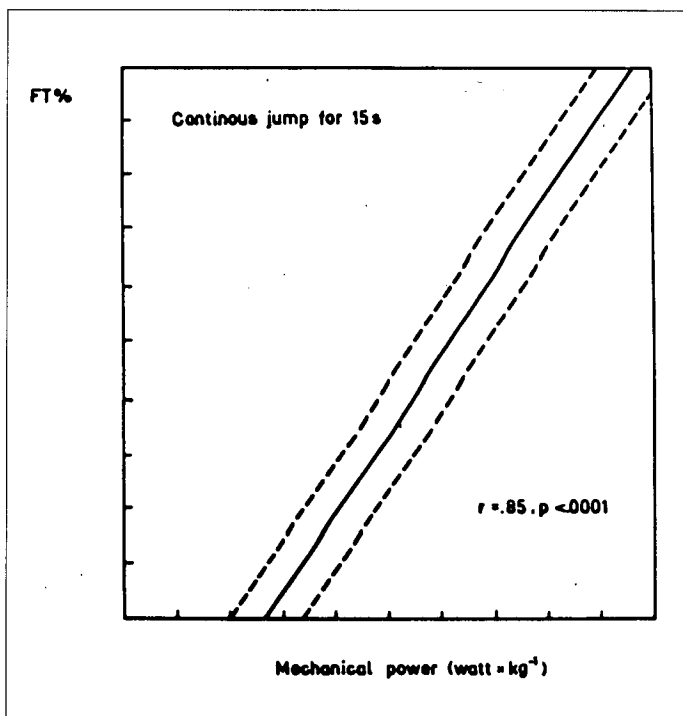


Fig. 12 - Regressione lineare tra la % di fibre veloci (FT) presenti nel vasto laterale e la potenza meccanica sviluppata durante 15 s di salti continui osservata su una popolazione di 300 soggetti circa (da: Bosco e Komi, 1979a, Bosco e coll. 1983c, 1986, 1987, 1989)

SJ e CMJ, ma non necessariamente debbono essere eseguite le tre prove, ne bastano solo due per esempio: SJ e CMJ. Infatti conoscendo pure l'età, il sesso ed il tipo di attività sportiva praticata si riesce a stimare la % di FT con un errore non superiore al $\pm 5\%$ grazie alla plasticità funzionale di un programma computerizzato (Psion® - CMJ).

TEST DA CAMPO E PSICOLOGICI PER LA RICERCA DI TALENTI

Oltre ai test di Bosco quali mezzi di valutazione utili per la ricerca dei talenti, occorre aggiungere una serie di test capaci di rilevare caratteristiche specifiche delle varie specialità e suggerite dagli allenatori (e.g. Prof. E. Locatelli).

Inoltre, si ritiene necessario usare test da campo comuni a tutti i giovani anche se praticanti specialità completamente differenti, per esempio i 30 e i 60 m. A tale proposito occorre stabilire le modalità di somministrazione dei test. Infatti, il rilevamento in questo caso può essere realizzato con fotocellule, con cronometri manuali, con o senza partenza dai blocchi, con o senza rilevamento automatico azionato dai blocchi stessi, ecc.

Un altro aspetto fondamentale che deve essere preso in considerazione nella ricerca dei talenti è quello relativo all'aspetto psicologico. È di estrema importanza conoscere il comportamento fisiologico del giovane non solo in condizioni di tranquillità, ma anche e specialmente in condizioni di perturbazione ambientale. Le capacità di realizzare prestazioni fisiche in condizioni stressanti, favorisce una analisi più completa sulle capacità di apprendimento neuromuscolare del giovane.

Qualsiasi tipo di valutazione funzionale di tipo motorio applicata in presenza o assenza di perturbazioni esterne deve sempre rispettare tre principi fondamentali che sono: *la obiettività, l'attendibilità e la validità*.

Obiettività. Questa si raggiunge quando non apprezzabili influenze soggettive da parte dell'osservatore, vengono introdotti nell'analisi di valutazione della prova. Pertanto la precisione, la chiarezza e la completezza delle definizioni operative sono requisiti fondamentali affinché una prova possa essere definita obiettiva.

Attendibilità. Senza dubbio la capacità strumentale di poter quantizzare la stessa proprietà fisica in due momenti successivi, è di fondamentale importanza. Generalmente la strumentazione di per sé non presenta difficoltà alcuna nel rilevamento. Per esempio nel salto in lungo da fermo, la distanza realizzata il primo giorno dovrebbe essere uguale a quella raggiunta il giorno successivo. Essendo sempre lo stesso il sistema di rilevamento (il metro), la differenza dei risultati che si riscontrano nella realtà è dovuta proprio all'esecuzione motoria per sé. Pertanto, maggiori sono le componenti fisiologiche coinvolte nella prestazione, più alti sono i gradi di libertà che favoriscono una maggiore dispersione nella

realizzazione di due prove uguali. Quindi nella scelta delle prove è consigliabile delimitare, quando è possibile, il contributo elevato di più fattori principali nella realizzazione di una determinata prestazione. Tutto ciò favorisce l'attendibilità della prova, che viene generalmente giudicata usando il coefficiente di correlazione fra due prove realizzate in due giorni successivi (test-retest).

Validità. Questa è la caratteristica principale che un rilevatore deve possedere. Cioè la prova deve realmente misurare la qualità o la proprietà fisiologica che si prefigge di valutare. La validità di una prova si realizza quando si può esprimere in forma quantitativa una caratteristica fisiologica che dovrebbe influenzare, in modo rilevante una determinata prestazione fisica. Per esempio un test di forza esplosiva si può ritenere molto valido per conoscere le qualità di un lundghista ma non di un maratoneta.

In base a queste considerazioni è stato suggerito il test di Bosco quale mezzo di valutazione dei giovani ai fini di favorire la scelta e la ricerca dei talenti. Infatti questo test oltre che a presentare un'attendibilità molto alta (test-retest: $r = 94-97$, Bosco et al., 1983 Bosco e Viitasalo, 1982) è stato apprezzato in tutto il mondo anche per la sua validità di individuare qualità e proprietà fisiologiche specifiche come si può osservare dalla letteratura specializzata italiana ed internazionale.

(p.e. F. Amodio e coll. 1992, SDS anno XI, n. 24:55-58; A.T. White & S.C. Johnson 1991, Int J sports Med, Vol 12, No. 4:374-378).

Indirizzo dell'Autore:
Carmelo Bosco
Laaksokatu, 16
50100 Mikkeli
Finlandia

BIBLIOGRAFIA

- 1) AMODIO F., GALLOZZI C., FAINA M.: *La valutazione della potenza Anaerobica in Atletica Leggera*. SdS Rivista di Cultura sportiva, Anno XI, no. 24, 55-58, 1992.
- 2) BARANY M.: *ATP-ase activity and myosin correlated with speed of muscle shortening*. J. Gen. Physiol. 50 Suppl. 2: pp. 197-218, 1967.
- 3) BARO-OR O., DOTAN R., INBAR O.: *A 30 second all-out ergometric test - its reliability and validity for anaerobic capacity*. Israel Journal of Medical Sciences 13: pp. 126, 1977.
- 4) BOSCO C.: *La valutazione della forza con il Test di Bosco*. Società Stampa Sportiva, Roma, 1992.
- 5) BOSCO C., VIITASALO J.T., KOMI P.V., LUHTANEN P.: *Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle*. Acta Physiol. Scand. 114: pp. 557-565, 1982 b.
- 6) BOSCO C., KOMI P.V., TIHANYI J., FEKETE G., APOR P.: *Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles*. Eur. J. Appl. Physiol. 51: pp. 129-135, 1983 b.
- 7) BOSCO C., KOMI P.V.: *Influence of aging on mechanical behaviour of leg extensor muscles*. Eur. J. Appl. Physiol. 45: pp. 209-219, 1980.
- 8) BOSCO C., ITO A., KOMI P.V., LUHTANEN P., RAHKILA P., RUSKO H., VIITASALO J.T.: *Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises*. Acta Physiol. Scand. 114: pp. 543-550, 1982 c.
- 9) BOSCO C., KOMI P.V.: *Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscle*. Eur. J. Appl. Physiol. 41: pp. 275-284, 1979 a.
- 10) BOSCO C.: *New tests for measurement of anaerobic capacity in jumping and leg extensor muscle elasticity*. Volleyball, I.F.V.B. Officiële Magazine, 1: pp. 22-30, 1981.
- 11) BOSCO C., MOGNONI P., LUHTANEN P.: *Relationship between isokinetic performance and ballistic movement*. European Journal of Applied Physiology 51: pp. 357-364, 1983 c.
- 12) BOSCO C., COTELLI F., MOGNONI P., ROI S.: *Comunicazioni personali*, 1990.
- 13) BOSCO C., LUHTANEN P., KOMI P.V.: *A simple method for measurement of mechanical power in jumping*. Eur. J. Appl. Physiol. 50: pp. 273-282, 1983 a.
- 14) BOSCO C., MONTANARI G., TARKKA I., LATTERI F., COZZI M., IACHELI G., FAINA M., COLLI R., DAL MONTE A., LA ROSA M., RIBACCHI R., GIOVENALI P., CORTILI G., SAIBENE F.: *The effect of pre-stretch on mechanical efficiency of human skeletal muscle*. Acta Physiol. Scand. 131: pp. 323-329, 1987 b.
- 15) BOSCO C., MONTANARI G., COZZI ET AL.: *Influence of training on mechanical behavior and biochemical profiles of athlete's extensor muscles*. Leistungssport, 1: pp. 44-46, 1989.
- 16) BOSCO C.: *Aspetti fisiologici della preparazione fisica del calciatore*. Società Stampa Sportiva, Roma, 1990.
- 17) BOSCO C.: *Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività fisico-sportive*. Società Stampa Sportiva, Roma, pp. 1-36, 1985.
- 18) BOSCO C.: *L'evoluzione dell'allenamento*. Sport Invernali Org. Uff. della FISL, 5, pp. 41-43, 1992 b.
- 19) BURKE R.E.: *On the central nervous system control of test and slow twitch motor units*. In: New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology, ed. by J.E. Desmedt. Vol. III: pp. 69-94, Basel: Karger, 1973.
- 20) D'URBANO G.: *Sci agonistico*. Sperling & Kupfer editori, Milano, pp. 1-158, 1991.
- 21) KAICH V.L., WELTMANN A.: *Interrelationship between anaerobic power output, anaerobic capacity and aerobic power*. Ergonomics 22: pp. 325-332, 1979.
- 22) MERO A., JAakkola L., KOMI P.V.: *Relationship between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletic boys*. Journal of Sports Sciences 9: pp. 161-171, 1991.
- 23) SCHMIDTBLEICHER D., GOLLHOFFER A.: *Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Teilsprungtraining*. Leistungssport 12, pp. 298-307, (1982).
- 24) SMITDT G.I.: *Biomechanical analysis of knee flexion and extension*. J. Biomechanics, Vol. 6: pp. 79-92, 1973.
- 25) TESCH P., SJÖDIN B., THORSTENSSON A., KARLSSON J.: *Muscle fatigue and its relation to lactate accumulation and LDH activity in man*. Acta Physiologica Scandinavica 103, pp. 413-420, 1978.
- 26) THORSTENSSON A.: *Muscle strength, fiber and enzyme activities in man*. Acta Physiol. Scand., Suppl. 443, 1976.
- 27) VANDEWALLE H., PERE G., MONOD H.: *Standard Anaerobic Tests*. Sport Medicine Vol. 4, N. 4, pp. 268-289, 1987.
- 28) VERCHOSANSKIJ J.: *Osnovy special'noi solovoj pogdotoyki y sporte*. Fizkultura i sport, Mosca, 1970.
- 29) WHITE A.T., JOHNSON S.C.: *Physiological Comparison of International, National and Regional Alpine Skiers*. Int. J. Sport Med. Sport Med. Vol. 12, N. 4, pp. 374-378, 1991.