

La Forza Muscolare e il test di Bosco

Biomeccanica del movimento

Test di Bosco

L'introduzione del Test di Bosco e della relativa pedana rappresenta una svolta per le indagini delle caratteristiche individuali e la selezione delle qualità specifiche di ogni atleta consentendo una valutazione diagnostica con l'impiego di strumentazioni (piattaforma dinamometrica, video analisi, dinamometria computerizzata) che in passato permettevano un'analisi accurata dal punto di vista qualitativo e quantitativo.

Non pochi sono i metodi sviluppati per valutare le caratteristiche morfologico-funzionali degli arti inferiori.

I processi biochimici coinvolti nella contrazione, il metabolismo energetico e le caratteristiche neuromuscolari sono state le proprietà biologiche oggetto di maggiore indagine e di stima qualitativa oltre che quantitativa.

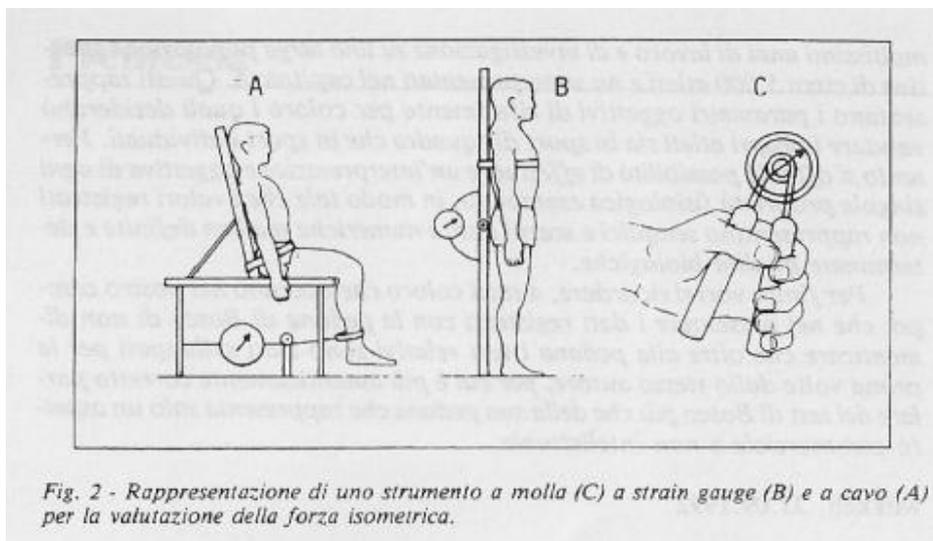
Purtroppo non sempre si possono evidenziare e separare sperimentalmente le varie componenti biologiche che contribuiscono alla realizzazione di una determinata prova da sforzo. Per esempio, quando si utilizza il salto in lungo da fermo quale mezzo di valutazione per la forza esplosiva è impossibile riuscire a separare l'influenza della coordinazione degli arti superiori ed inferiori dal contributo dato dal riuso di energia elastica o dalla componente contrattile dei muscoli estensori della gamba.

- La valutazione funzionale delle condizioni fisiche di un atleta non può essere rappresentata dalla semplice misurazione del massimo consumo di ossigeno (VO_2 -max) anche se realizzato congiuntamente alla stima della soglia aerobica ed anaerobica mediante esami ematochimici (acido lattico).
- Non per questo si vuole negare l'importanza di conoscere le condizioni funzionali del sistema cardiocircolatorio, dell'apparato respiratorio e dei processi metabolici locali a livello cellulare che coinvolgono sia i substrati energetici che i processi enzimatici connessi al metabolismo aerobico ed anaerobico. Queste analisi sono di importanza fondamentale nella programmazione personalizzata dei carichi di lavoro per un fondista, ma per un saltatore o uno slalomista conoscere le funzioni biologiche, che non comprenda lo studio diagnostico del comportamento neuromuscolare e dei processi metabolici che influenza lo sviluppo di una elevata potenza meccanica (velocità di scissione dell' ATP della fosfocreatina (CP) e relativi enzimi (ATP-asi) e (creatina cinasi)), e formazione di acido lattico, risulta essere superfluo ed inutile.

- Il metabolismo anaerobico (alattacido e lattacido) e le caratteristiche visco-elastiche dei muscoli nel loro comportamento funzionale quale la stiffness (il comportamento del muscolo in condizione di un elevato tono e di rapidità di attivazione) e tutte le espressioni di forza (massimale, isometrica, esplosiva), di velocità e di capacità di immagazzinare e utilizzare energia elastica sono fattori determinanti nella maggior parte del lavoro muscolare richiesto in molte discipline sportive.
- Le valutazioni funzionali relative allo studio del comportamento neuromuscolare e del metabolismo anaerobico sono state in passato oggetto di studi ed investigazioni da parte di fisiologi e biomeccanici.

Valutazione della forza isometrica

- L'utilizzazione di dinamometri a cavo capaci di misurare la forza isometrica usando strumenti a molla e strain gauge non aveva fornito, in passato, informazioni sufficientemente valide sul comportamento dinamico dei muscoli esaminati. Infatti i rilevamenti eseguiti amplificano i processi neuromuscolari solamente in funzione della lunghezza del muscolo e dell'angolo di lavoro dell'articolazione interessata.



- Un notevole progresso nella valutazione diagnostica è stato reso possibile con l'introduzione di apparecchiature che permettono un'azione dinamica, anche se la velocità degli arti su cui agiscono esaminati viene mantenuta costante, mediante l'impiego di dinamometri isocinetici, consigliato per la sua riproducibilità e per la sicurezza funzionale ma riduttivo e poco funzionale in campo sportivo.
- Occorre sottolineare che la dinamica temporale dello sviluppo della forza dipende dal tipo di strumento usato; osservando lo sviluppo della forza realizzata con lo strumento isocinetico si notano caratteristiche morfologiche completamente differenti, dipendenti dalle variazioni dell'angolo al ginocchio (vedi figure successive).

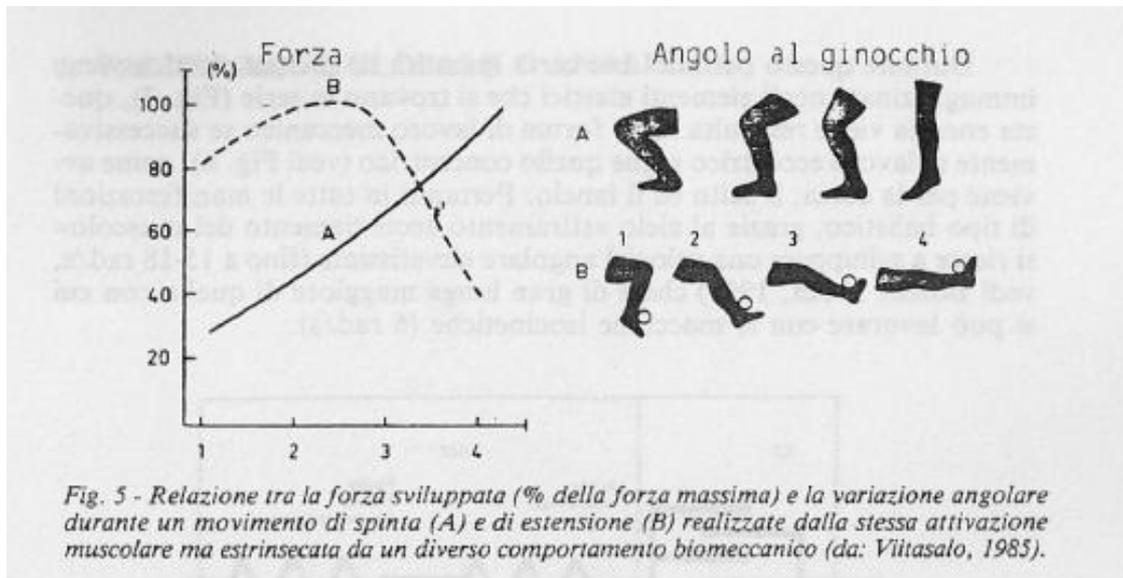


Fig. 5 - Relazione tra la forza sviluppata (% della forza massima) e la variazione angolare durante un movimento di spinta (A) e di estensione (B) realizzate dalla stessa attivazione muscolare ma estrinsecata da un diverso comportamento biomeccanico (da: Viitasalo, 1985).

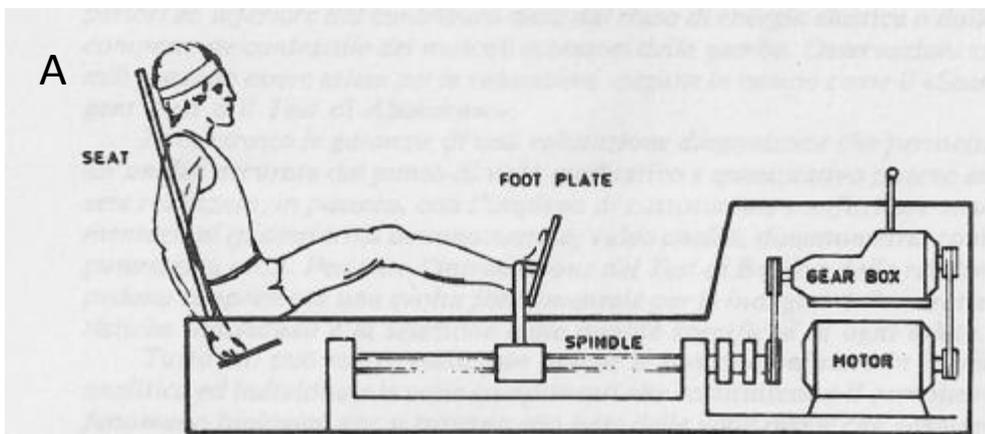
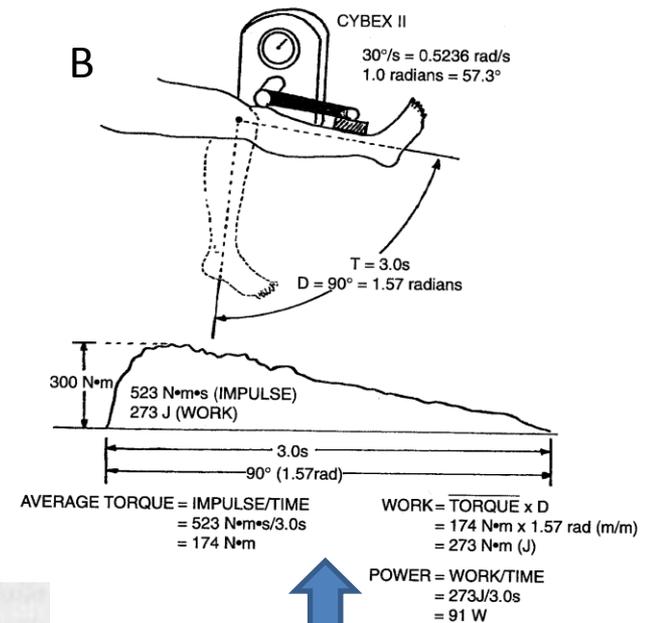


Fig. 3 - Rappresentazione di uno strumento isocinetico (Komi, 1973).



Rappresentazione di strumento isocinetico per la valutazione dei muscoli estensori delle gambe

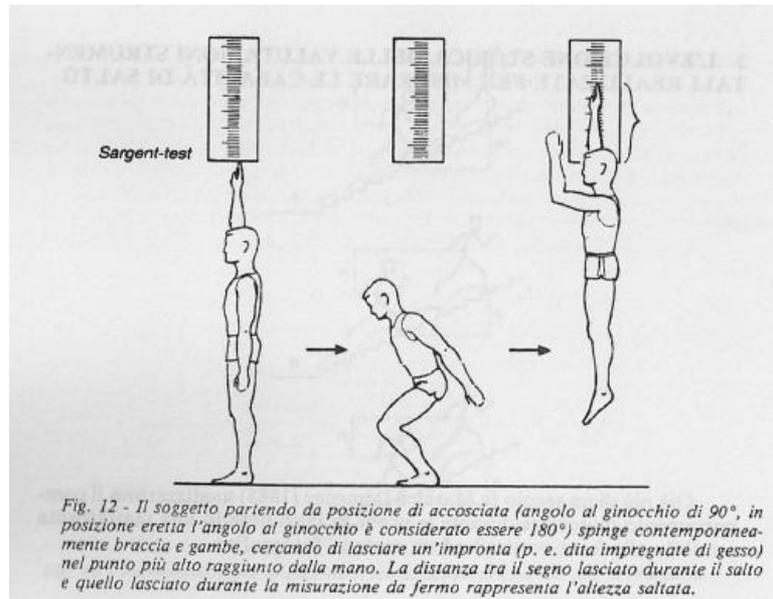
Valutazioni strumentali per
misurare la capacità di salto

- Nel 1885 Marey e Demeney analizzarono il comportamento muscolare durante le prove di salto usando una piattaforma sensibile alle forze verticali ed un metodo fotografico.

Test di Seargent

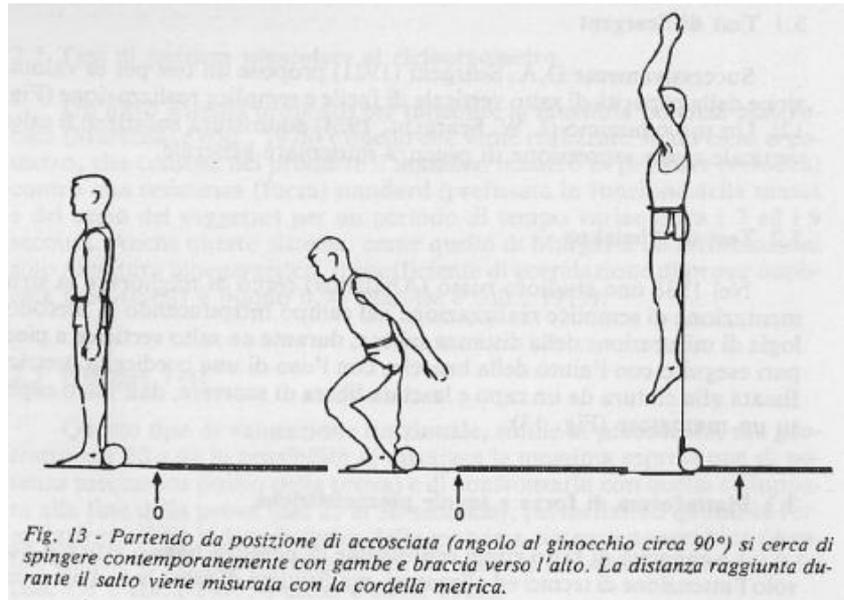
D.A. Seargent (1921) propose un test per la valutazione della capacità di salto verticale di facile e semplice realizzazione.

Un suo omonimo (L.W. Seargent, 1924) addirittura enfatizzò il salto verticale quale espressione di potenza muscolare generale.



Test di Abalakov

Nel 1938 lo studioso russo Abalakov cercò di migliorare la strumentazione di semplice realizzazione nel campo introducendo la metodologia di misurazione della distanza saltata, durante un salto verticale a piedi pari eseguito con l'aiuto della braccia, con l'uso di una cordicella metrica fissata alla cintura da un capo e lasciata libera di scorrere, dall'altro capo, su un marcatore.



Piattaforma di forza e tavole piezoelettriche

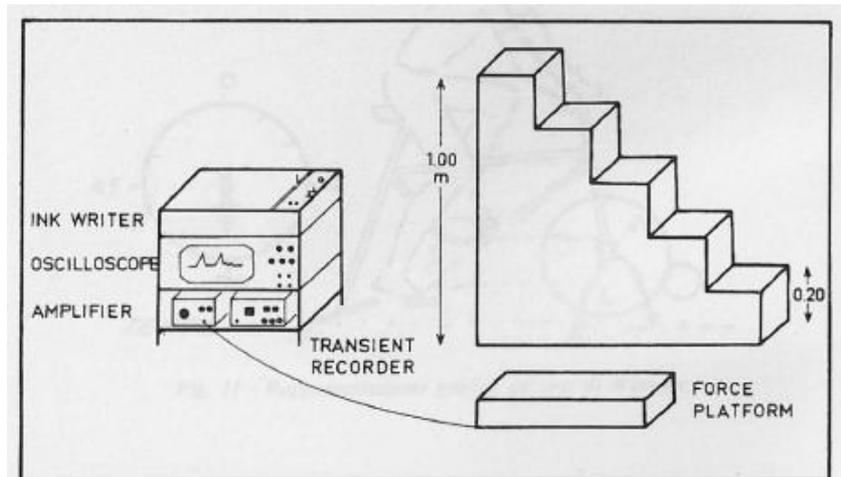
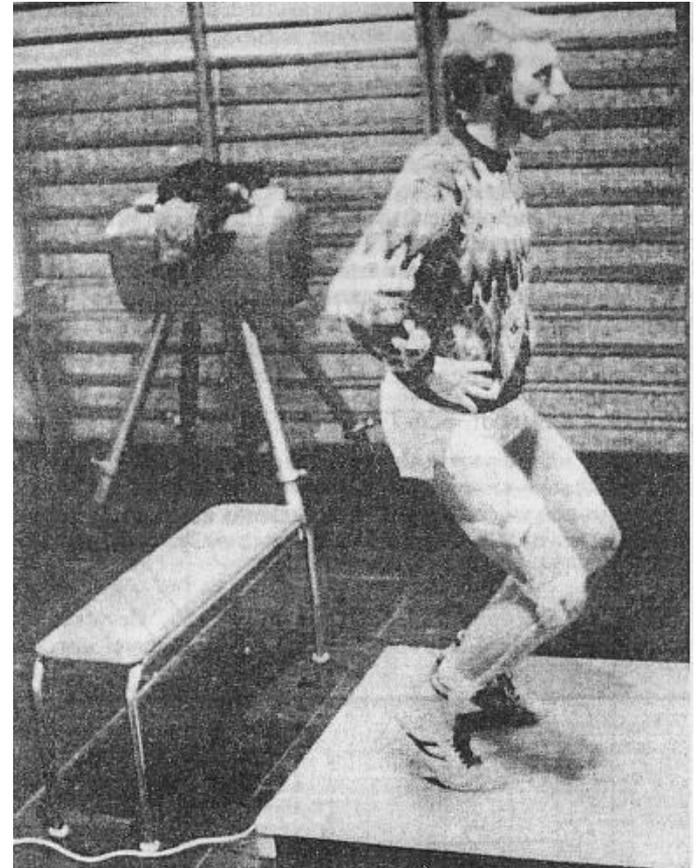
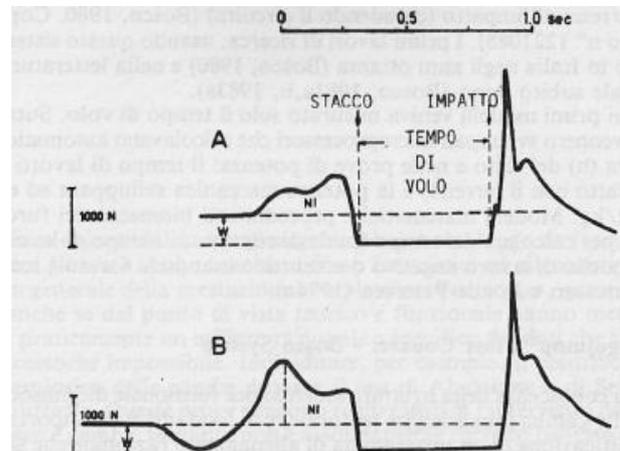


Fig. 14 - Rappresentazione schematica dei sistemi di rilevamento con piattaforma di forza e di amplificazione e registrazione.



- Asmussen e Bonde-Petersen introdussero nel 1974 il sistema di misurare il sollevamento del centro di gravità del soggetto durante la prova di salto misurando il tempo impiegato nella fase di volo.
- $h = tf^2 \cdot 1,226$
- in cui tf = tempo di volo viene misurato tra lo spazio che intercorre tra la registrazione della forza sviluppata al momento dello stacco e quella che si esercita al momento del contatto al suolo dopo il salto cioè all'impatto.



Registrazione delle forze (in N) di reazione del terreno nella direzione verticale da una piattaforma di forze: A = squat jump B = CMJ in funzione del tempo

ERGOJUMP

- L'utilizzo del tempo di volo per il calcolo diretto del sollevamento del centro di gravità influenzò fortemente l'idea di costruire un apparecchio che permettesse di registrare il tempo di volo durante l'esecuzione di un salto senza utilizzare le sofisticate e costose piattaforme di forza. La soluzione venne realizzata usando pedane a conduttanza (o capacitive) connesse ad un timer elettronico (microprocessore, computer, segnatempo ecc.) che viene azionato automaticamente dal soggetto stesso che salta, al momento dello stacco (aprendo il circuito) e al momento in cui i piedi toccano il terreno all'impatto (chiudendo il circuito). Nei primi modelli veniva misurato solo il tempo di volo. Successivamente vennero sviluppati microprocessori che calcolavano automaticamente l'altezza (h) del salto e nelle prove di potenza il tempo di lavoro (tempo di contatto con il terreno) e la potenza meccanica sviluppata ed espressa in watt /kg.

- La conoscenza della struttura morfologica funzionale dei muscoli estensori della gamba (quadricipite femorale) è di fondamentale importanza per la pianificazione di un programma di allenamento razionale che si basi 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

- 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 criterio 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 motoneuroni 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 soggetti lenti.

- Pertanto basato su queste osservazioni è stato costruito un modello biomeccanico che permette di stimare la % di FT misurando solo l'entità del salto realizzato durante l'esecuzione di alcune prove. Le prove sono 15s di salti continui, SJ e CMJ, ma non necessariamente debbono essere eseguite le tre prove, né bastano solo due per esempio: SJ e CMJ.
- Conoscendo l'età, il sesso ed il tipo di attività sportiva praticata si riesce a stimare la % di FT con un errore non superiore al $\pm 5\%$.

IL TEST DI BOSCO

- L'uso dei test da campo (Seargent, Abalakov, lungo da fermo, quintuplo ecc.) è stato sempre molto diffuso fra tecnici ed allenatori per una verifica generale della prestazione complessiva. Purtroppo, queste valutazioni anche se dal punto di vista teorico e funzionale hanno meriti indiscussi, praticamente un utilizzo razionale e specifico dei dati che si ricavano è pressoché impossibile. Individuare, per esempio, il contributo della forza esplosiva delle gambe durante il test di Abalakov o di Seargent è molto difficile in quanto queste prove vengono realizzate con l'intervento delle braccia, busto e gambe. Pertanto non è assolutamente corretto pensare che l'entità della prestazione possa essere attribuita alla capacità della struttura muscolare degli estensori delle gambe a sviluppare quantità elevate di potenza meccanica. Le prove di salto vengono realizzate praticamente attraverso complessi fenomeni neuromuscolari che coinvolgono oltre che la parte puramente muscolare (componente contrattile), anche quella elastica (elementi elastici in serie) capace di immagazzinare e ri-utilizzare elevate quantità di energia.

- Bisogna non dimenticare, inoltre, l'influenza delle capacità coordinative tra arti superiori ed inferiori ed il contributo, a produrre energia cinetica, da parte dell'azione violenta e rapida del tronco.
- Quindi è possibile che due atleti che hanno ottenuto la stessa misura non presentino le stesse caratteristiche negli estensori delle gambe e la realizzazione della prestazione può essere ottenuta con interventi differenti delle varie componenti neuromuscolari.
- Inoltre accurate misure realizzate con mezzi e strumentazioni sofisticati (p.e. piattaforme di forza e strain gauge o quarzo, elettrogoniometri, elettromiografia, analisi cinematografica ad alta velocità ecc.) possono essere eseguite solo in particolari e specializzati istituti di fisiologia e biomeccanica da pochi scienziati, i cui interessi scientifici non sempre coincidono con i bisogni concreti degli allenatori.

- Alla luce di queste considerazioni l'introduzione della pedana e dei test di Bosco per la valutazione scientifica delle varie prove funzionali di espressione di forza realizzate mediante l'esecuzione di salti hanno determinato una svolta radicale nelle indagini di valutazione funzionale utile all'allenatore. Infatti, si ha la possibilità di poter eseguire non solo in laboratorio ma nelle più disparate condizioni prove e valutazioni classiche o specifiche richieste dai bisogni di discipline particolari.

Considerazioni generali sull'utilizzazione dei Test

- Senza dubbio, la conoscenza delle caratteristiche funzionali degli atleti aiuta molto la pianificazione razionale degli allenamenti. Carichi di lavoro personalizzati, modificazioni indotte dall'allenamento, verifiche e controlli dello stato di forma, avviamento dei giovani verso quelle discipline più vicine alle proprie caratteristiche fisiche possono essere realizzati con l'ausilio dei test se vengono rispettati alcuni principi fondamentali.

Standardizzazione e controllo delle condizioni ambientati

- La riuscita ed il valore di un test dipendono innanzi tutto dalla standardizzazione in modo che debba dare la possibilità di poter essere eseguito da chiunque (logicamente deve essere un esperto) ed in qualsiasi località.
- Questo significa avere la possibilità di confrontare i valori di uno stesso soggetto anche se l'Operatore non è lo stesso, altrimenti sarebbe impossibile il raffronto con Popolazioni medie relative a discipline specifiche.
- A tale scopo i test di Bosco sono stati standardizzati dopo essere stati esaminati e controllati con sofisticati mezzi di indagine quale: elettromiografia, elettrogoniometria, analisi cinematografica (100 f/s), piattaforme di forza, analisi biochimiche (VO_2 , acido lattico) ecc.
- La batteria di test introdotta da Bosco prevede l'esecuzione di diverse prove di salto in cui vengono modificate sia le condizioni che precedono la contrazione (posizione statica vs prestiramento o azione ritmica) che le caratteristiche specifiche del muscolo stesso quale: lunghezza e velocità dello stiramento o/e dell'accorciamento, con o senza carico addizionale ecc.

- Le prove devono essere scrupolosamente realizzate con determinazione e massimo impegno, l'atleta deve essere stimolato e motivato in modo da raggiungere il risultato ottimale. Questo è facilmente ottenibile, se gli atleti vengono informati sulla natura della prova e lo scopo della valutazione.
- Le prove devono essere eseguite senza fretta, infatti occorre prevenire specialmente la prima volta, la possibilità di commettere degli errori di esecuzione e quindi dare la possibilità all'atleta di provare molte volte fino a quando non prende coscienza e padronanza del movimento che gli viene richiesto.
- I risultati dei test devono essere giudicati in base al sesso, età, disciplina sportiva, anni di allenamento, periodo della stagione agonistica (fase di preparazione, allenamento generale, speciale, periodo agonistico, dopo un periodo di riposo, infortunio, convalescenza ecc. ecc).
- Occorre sempre registrare il luogo, l'ora e le condizioni ambientali (aperto chiuso, campo sportivo, possibilmente temperatura ed umidità).

- Se tutto ciò viene scrupolosamente osservato allora si è sicuri di aver realizzato una valutazione diagnostica attendibile e riproducibile, i cui valori possono essere benissimo utilizzati senza problemi.
- Si deve ricordare che la validità di un test non dipende solo dalla sua riproducibilità, ma la specificità diagnostica deve favorire l'individuazione soggettiva di qualità e caratteristiche ben determinate con valenze proprie di natura fisiologica senza dare la possibilità di essere influenzati da fattori esterni incontrollabili. Le diversità delle caratteristiche fisiologiche tra uno sprinter, un mezzofondista o un giocatore oltre ad essere evidenziate dai rispettivi tempi realizzati sia nei 30 m che nei 100 o 1500 m devono essere rilevabili e riscontrabili con test diagnostici che permettono l'individuazione di caratteristiche specifiche senza logicamente ricorrere alle valutazioni specifiche delle discipline praticate.

Modalità operative

- Prima della prova occorre che i muscoli estensori delle gambe siano ben riscaldati specialmente in condizioni di temperatura bassa.
- Non realizzare la prova dopo l'esecuzione di un'attività fisica elevata poiché i fenomeni di fatica potrebbero influenzare la prestazione.
- La successione delle varie prove deve avvenire in modo che il test più faticoso deve essere eseguito per ultimo.
- Il periodo in cui devono essere realizzati i test deve coincidere con il periodo in cui generalmente viene eseguito l'allenamento.
- Tra le prove, concedere un adeguato periodo di riposo (non necessariamente lungo, anzi questo deve essere molto breve in quanto non si verificano facilmente fenomeni di fatica tranne che dopo le prove di 15-60 secondi di salti continui).
- Usare indumenti sportivi; scarpe da gomma e preferibilmente calzoncini corti.
- Il tappeto a conduttanza deve essere sempre ricoperto di superficie antisdrucciolo.

Le prove standard del test di Bosco

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

- Squat Jump (SJ), o salto con partenza da fermo.
- 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}).
- Counter Movement Jump (CMJ) o salto con il contromovimento.
- Drop Jump (DJ) o salto in basso in proseguimento da caduta da una certa altezza (da 20-100 cm) o salto pliometrico.
- Salti continui del tipo CMJ della durata variabile tra 5 ed i 60 s (5-60s).
- 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.

SQUAT JUMP

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

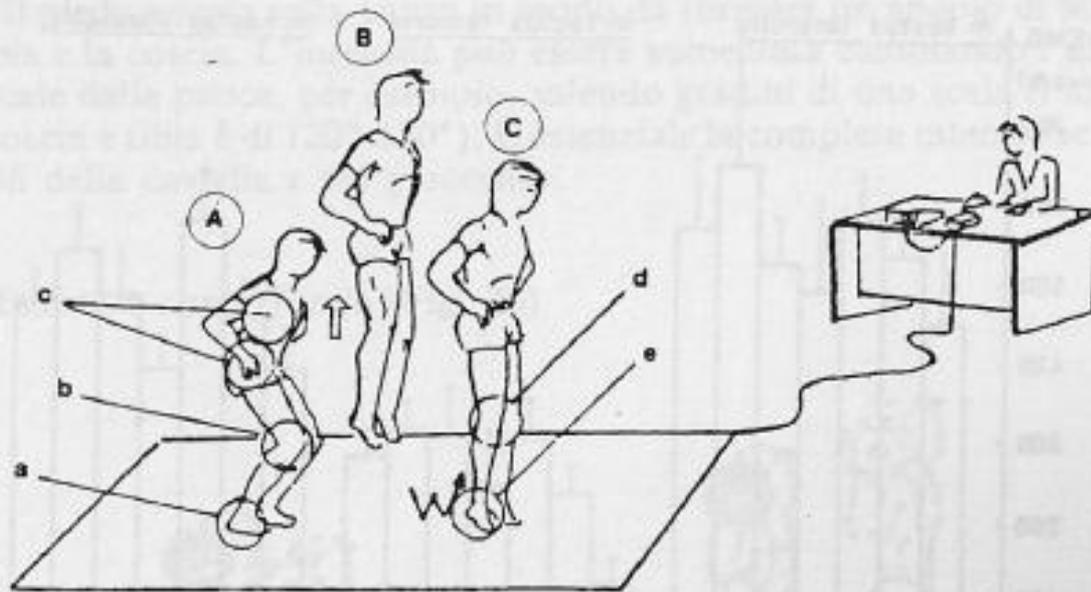


Fig. 20 - Per eseguire correttamente il test occorre osservare le seguenti regole:
 a) pianta dei piedi a contatto con il tappeto
 b) α alle ginocchia di 90°
 c) mani ai fianchi, busto eretto
 d) α alle ginocchia di 180°
 e) piedi iperestesi.

- 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).
- 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.

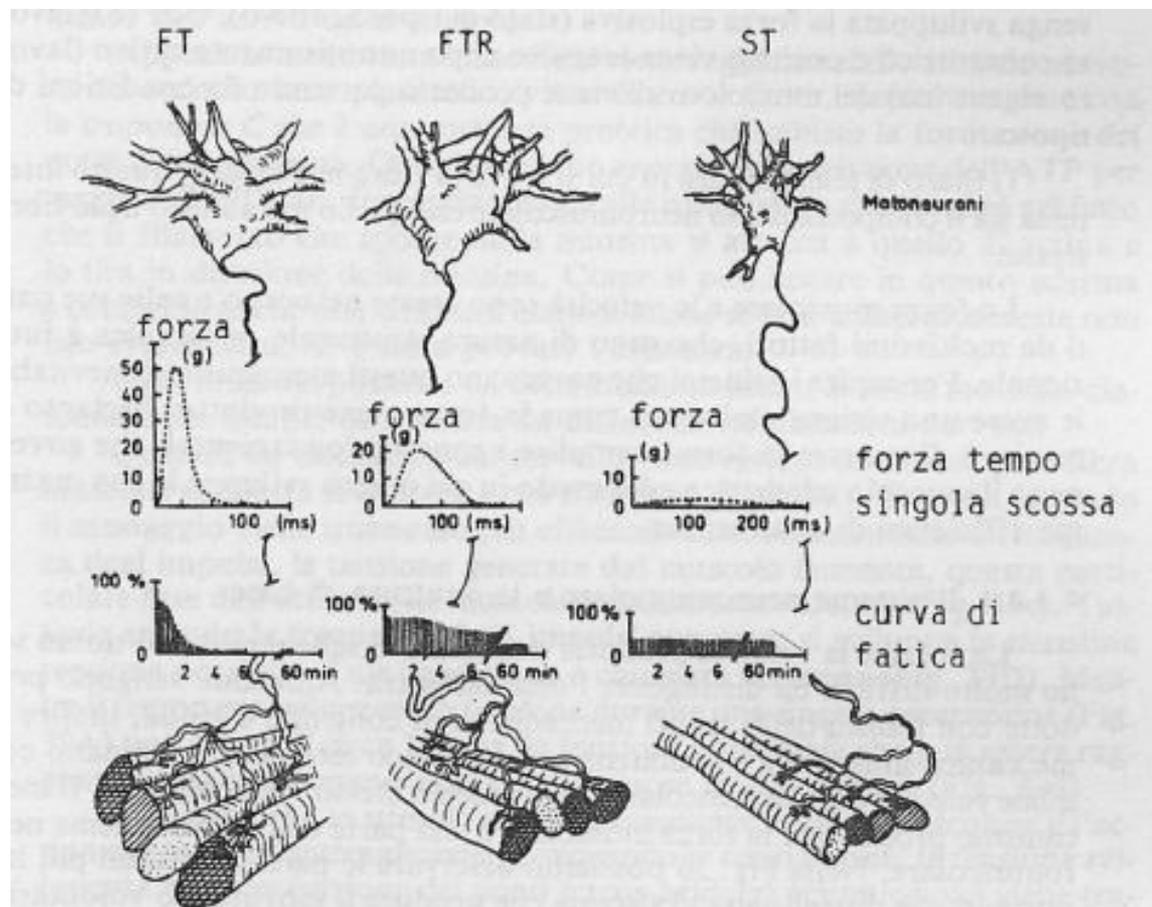
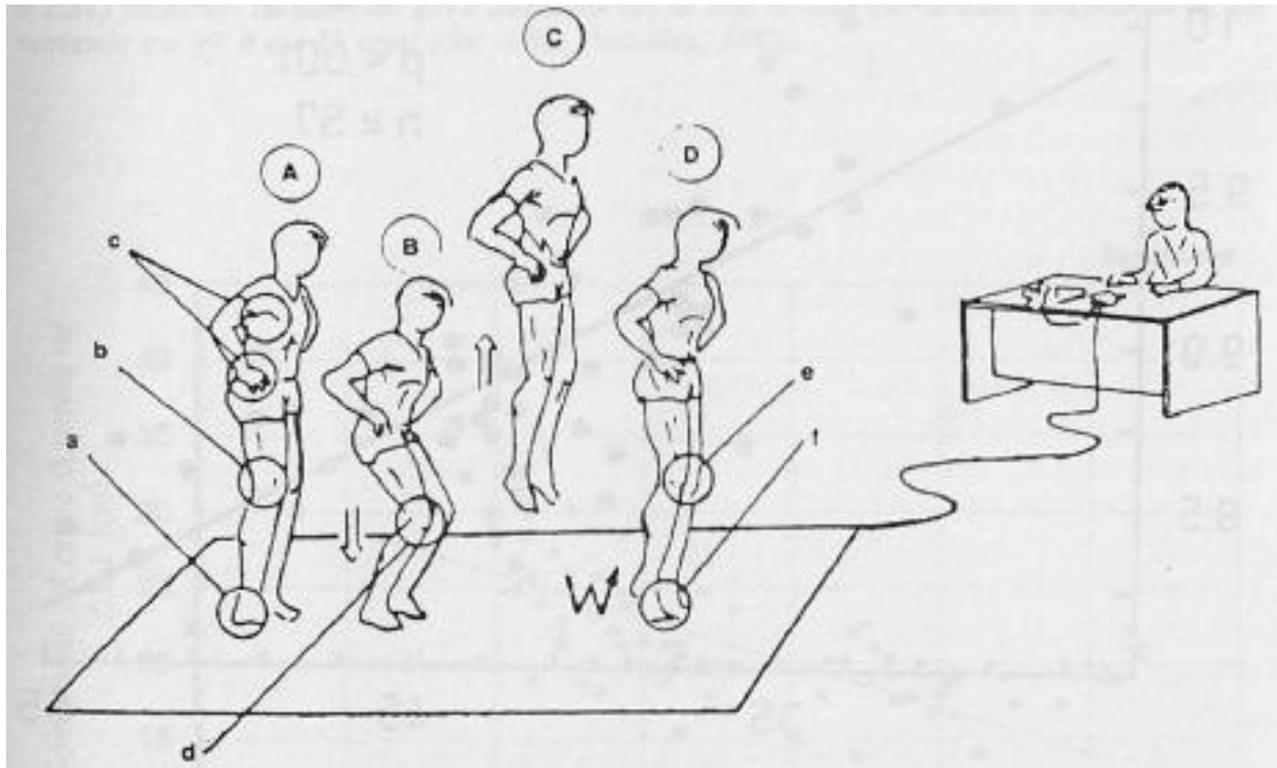


Fig. 35 - Possono essere distinti nell'uomo almeno tre tipi di fibre scheletriche, che sono connesse ai rispettivi motoneuroni. Fibre veloci (FT) che riescono a sviluppare altissime tensioni in breve tempo, si affaticano rapidamente e posseggono nervi motori di grosse dimensioni. Al contrario le fibre lente (ST) producono una debole tensione per un periodo di tempo lungo, sono resistenti alla fatica e posseggono motoneuroni più piccoli. Mentre le fibre intermedie (FTR) posseggono caratteristiche che si livellano tra le FT e ST (da: Edigton e Edgerton, 1976).

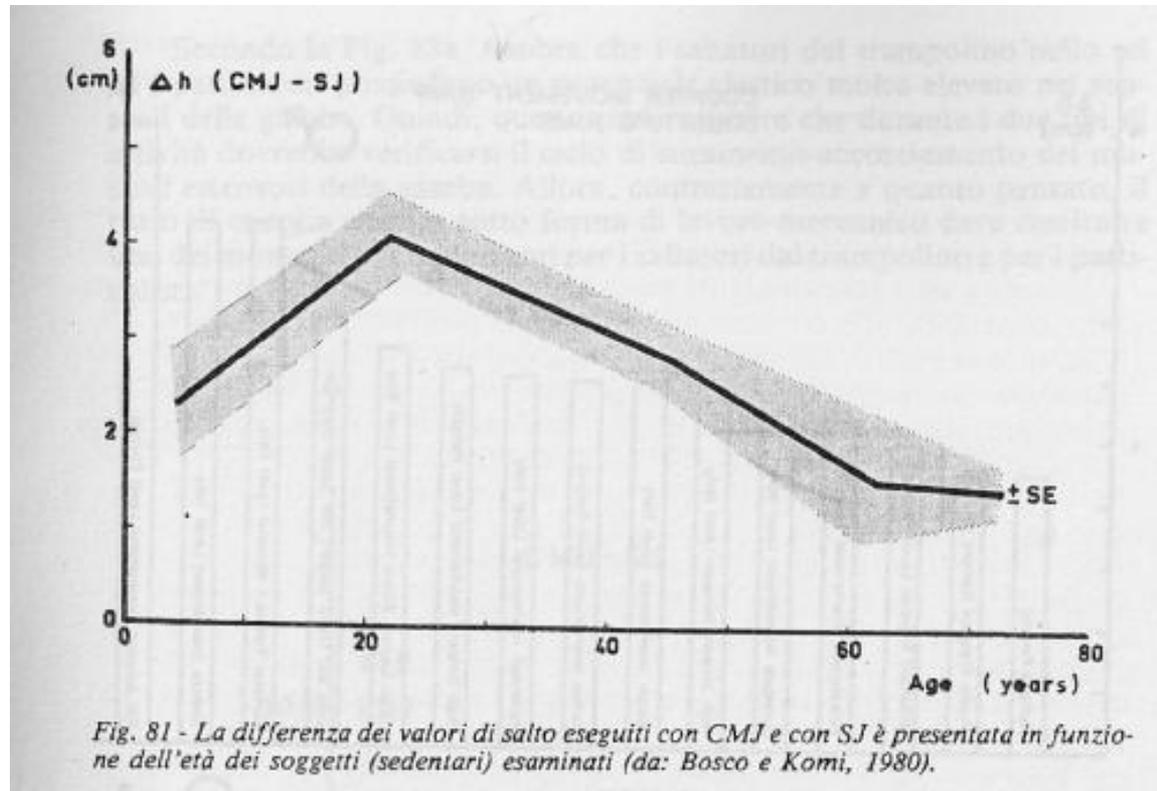
Counter Movement Jump



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

- Per cercare di evidenziare le capacità elastiche degli estensori spesso vengono confrontati i valori dello SJ con quelli del CMJ. La differenza del valore che si riscontra a carico del CMJ senza dubbio è da attribuire al previo stiramento, eseguito prima della fase di spinta, che sollecita le caratteristiche visco-elastiche e neuromuscolari, e che può essere indicato come indice di elasticità o capacità di trarre beneficio da un prestiramento.
- Rilevamenti eseguiti su una vasta popolazione di finlandesi hanno evidenziato l'andamento del potenziale elastico in funzione dell'età. I valori registrati sui sedentari finlandesi sono alquanto modesti e difficilmente soggetti allenati possono scendere sotto tali livelli.
- Ciò nonostante qualche volta si nota nella letteratura una discrepanza, nei risultati presentati, molto rilevanti e valori contraddittori, come quelli presentati recentemente da Bernes e coll., 1992, in cui addirittura il valore medio di una squadra di calcio nel salto con partenza da fermo SJ = 42,1 cm, era maggiore di quello fatto registrare con il CMJ = 41,9.

Differenza CMJ-SJ



- Ma la cosa più rilevante e scientificamente più grave è data dal fatto che, gli autori in questione, cercavano di fornire spiegazioni ed argomentazioni scientifiche possibili attribuendo tale risultati alla mancanza di capacità elastiche a tutta una squadra di calcio!
- Purtroppo quanto citato in letteratura a volte può essere estremamente pericoloso, poiché potrebbe indirizzare molti ad osservare fenomeni e dare delle spiegazioni che sono completamente estranei ai veri processi biologici coinvolti.
- Infatti è impensabile che il muscolo scheletrico dell'uomo non sia abile ad utilizzare energia elastica. La mancata differenza osservata tra il CMJ e lo SJ è senza alcun dubbio da attribuire a fenomeni collegati all'esecuzione dei test!!!

- Se non vengono rigorosamente rispettate le modalità di esecuzione, i risultati vengono inficiati e quindi saranno privi di valore, nel caso in cui per esempio durante l'esecuzione dello SJ viene eseguito anche un impercettibile prestiramento, questo favorirebbe un drammatico uso di energia elastica che automaticamente contribuirebbe a migliorare le capacità di salto.
- Logicamente la prestazione in questo caso non risulterebbe essere prodotta solo con il contributo della parte contrattile ma anche dal riuso di elasticità. Inoltre occorre fare molta attenzione a controllare la prestazione del CMJ, poiché è facile compromettere i risultati se non vengono rispettati gli angoli di piegamento al ginocchio. Spesso si nota in soggetti non molto forti e veloci la preferenza di non piegare molto le gambe durante il prestiramento nel CMJ (Bosco, 1978), che generalmente dovrebbe aggirarsi sui 90°, ma che difficilmente si riesce ad ottenere da parte dei soggetti, se non vengono effettuate molte prove preliminari e di apprendimento del gesto. Quindi piegando poco le gambe, nel momento in cui si spinge verso l'alto, che segue la fase di prestiramento si avrà poco tempo per spingere che porterà a sviluppare un netto impulso modesto e quindi una prova inferiore a quella che si raggiungerebbe con un'esecuzione corretta del salto.

INDICATORE DI RIUSO ELASTICO DELLA FORZA

Tale coefficiente è un indicatore delle capacità di riutilizzo dell'energia accumulata grazie al prestiramento elastico che precede la contrazione muscolare.

Elaborando lo SJ e il CMJ è possibile ricavare il *Coefficiente di Riuso Elastico della forza*, cioè la differenza percentuale di salto (in cm) tra il CMJ e lo SJ:

- **$[(\text{CMJ} - \text{SJ}) \times 100 / (\text{CMJ})]$.**
- I valori medi di tale coefficiente riscontrati nei giocatori di calcio sono sull'ordine del 6-10% dello SJ (squat jump). In altri sport come la pallavolo, il coefficiente raggiunge valori ottimali pari ad oltre il 20% dello SJ.

Esempio:

CMJ = 35.6 cm

SJ = 33.1 cm

Quindi: $[(35.6-33.1) \times 100 / 35.6] = 7.0\%$

Il valore riscontrato nel giocatore di calcio testato è nella media.

Esempio di analisi di un soggetto

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

Prova: 15 s 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_i / h_f , 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 è molto 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). Infatti nonostante che l'atleta non manifesti caratteristiche di uno molto allenato (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 5-15 s danno informazioni 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.