

Studio preliminare del salto in alto mediante i diagrammi vettoriali

Antonio Pedotti, Renato Rodano

A. Pedotti

Politecnico di Milano. Direttore del Centro di Bioingegneria.

P. Rodano

Politecnico di Milano, Centro di Bioingegneria.

Premessa

Nella relazione verranno presentati i risultati preliminari ottenuti dalle ricerche condotte presso il Centro di Bioingegneria nel settore della Biomeccanica applicata allo Sport, che caratterizza il movimento, e specificatamente nel salto in alto.

L'ing. Rodano entrerà maggiormente nel dettaglio e porterà alcuni risultati ottenuti da una prima ricerca in cui sono coinvolti il Consiglio Nazionale delle ricerche e la F.I.D.A.L.

Come detto questi sono preliminari e siamo lieti di presentarli perché speriamo che da questa relazione possano emergere delle osservazioni interessanti da parte di chi si occupa soprattutto del salto da un punto di vista pratico ed operativo.

E' necessaria una premessa. Abbiamo effettuato da parecchi anni delle ricerche sul coordinamento motorio dell'uomo costruendo delle particolari apparecchiature per la misurazione del movimento, in particolare per quella della cinematica, della forza, dell'attività muscolare (elettromiografiche). Indi si sono impiegate delle tecniche di elaborazione dell'apparato locomotore sull'uso dei modelli matematici.

Queste ricerche sono state svolte soprattutto nella direzione dell'attività motoria normale: locomozione, deambulazione, e nella variazione che questa subisce nelle persone handicappate, che hanno cioè dei deficit motori.

Soltanto da un anno queste metodologie sono state utilizzate per analizzare il movimento tipico di certi gesti sportivi, in particolare del salto in alto. Questi problemi sono però abbastanza simili sia per l'analisi del movimento negli handicappati, cioè in quello particolare e specifico, sia per quelli necessari per la realizzazione degli atti motori

come, ad esempio, quelli del salto in alto dei campioni, che hanno delle caratteristiche specifiche molto particolari, e che devono essere evidenziate. Per cui questa prima parte della ricerca, per la misurazione e l'elaborazione dei dati biomeccanici, ha utilizzato una metodica estremamente semplice, ma che nel medesimo tempo ha fornito dei risultati significativi per caratterizzare il movimento.

Le finalità di questa ricerca, che in parte emergeranno da quello che verrà esposto, ci hanno consentito, in questa fase, di ottenere due obiettivi principali:

— nuova descrizione del salto in alto, il che ha sicuramente, in termini generali, un interesse scientifico;

— elaborazione di una particolare cartella diagnostica per la maggior parte dei saltatori in alto italiani di alto livello, valutati in una particolare fase della loro preparazione.

Il futuro sviluppo di queste ricerche dovrebbe consistere nella possibilità di ripetere le valutazioni nelle diverse fasi della preparazione al fine di poter valutare in modo obiettivo le modificazioni prodotte dalla preparazione mettendo a punto una specie di pattern obiettivo, documentato, ottimale per ogni atleta. Inoltre poter realizzare in modo specifico certi aspetti dell'atto motorio, come ad esempio le forze massime sopportate dai tendini in certi esercizi. Questo reputiamo che sia un importante strumento da mettere a disposizione degli allenatori.

Le ricerche compiute sono state finalizzate per l'ottenimento di alcune grandezze quali:

— velocità di entrata in stacco (nell'ipotesi che sia orizzontale);

— diagramma vettoriale della fase di stacco rilevato nel piano sagittale ed in quello frontale;

— diagramma vettoriale per l'esercizio pliometrico;

— diagramma vettoriale per l'esercizio del «sergent test».

La necessità di una corretta conoscenza del movimento atletico è evidenziata dalla crescente richiesta di metodiche di allenamento sempre più sofisticate che permettono agli atleti di ottenere risultati di elevato livello ed a scadenze stabilite.

Lo scopo di questa ricerca è quello di fornire agli operatori sportivi indicazioni sulle dinamiche del salto in alto e di alcuni esercizi preparatori ad esso connessi.

Al fine di ottenere una serie di risultati attendibili ed indicativi, la ricerca è stata fatta su 12 atleti (10 atleti e 2 atlete) di elevato valore tecnico-agonistico. Questi sono:

| | | |
|--------------------|--------|-------------|
| Bruni Bruno | (B.B.) | ventralista |
| Bergamo Rodolfo | (B.R.) | fosburista |
| Bianchi Lorenzo | (B.L.) | fosburista |
| Bobbi | (B.) | fosburista |
| Cerri Roberto | (C.R.) | fosburista |
| Da Vito Gianni | (D.G.) | fosburista |
| Di Giorgio Massimo | (D.M.) | fosburista |
| Dini Alessandra | (D.A.) | fosburista |
| Millo Lucio | (M.L.) | fosburista |
| Piccolo Marco | (P.M.) | fosburista |
| Raise Oscar | (R.O.) | fosburista |
| Stella Silvano | (S.S.) | fosburista |

Le prove si sono svolte all'inizio del periodo di preparazione, quindi non ottimale per il miglior rendimento tecnico.

Alcuni atleti hanno avuto delle difficoltà di adattamento visivo, ma, sfruttando l'estrema precisione della rincorsa, è stato possibile ottenere una serie di risultati corretti.

Il ventralista ha saltato 2,10 m. (ha fallito di poco i 2.20), due atleti hanno saltato 2,05, gli altri 2 m.; le atlete: 1,75 la Dini ed 1,55 la Bobbi.

Il 50% non ha accusato alcun problema di ambientamento o di condizionamento psicologico. Negli altri casi si è sopperito con lievi modifiche dei punti di riferimento ugualmente adottati.

Qualitativamente si è notata un'elevatissima ripetitività nei gesti compiuti, ad esempio, per il medesimo atleta, il piede di stacco veniva normalmente piazzato in una posizione che variava di pochi centimetri per tutta la durata delle prove.

La disposizione della strumentazione era stata la seguente (fig. 1):

— ritte (A—B);

— piattaforma per il rilevamento delle forze (P);

— fotocellule (F1—F2) azionanti un cronometro millesimale (con comando di partenza ed arresto a soglia regolabile) in grado di distinguere il passaggio dell'intero corpo da un suo segmento (questo per limitare gli errori di misurazione del tempo impiegato dal corpo nel percorrere l'ultimo metro della rincorsa); le fotocellule sono state sistemate perpendicolarmente alla traiettoria dell'atleta, ad un'altezza corrispondente a quella delle anche per evitare gli errori indotti dall'ondeggiamento antero-posteriore del busto;

— sorgenti luminose (S1—S2).

Le prove effettuate hanno permesso di compiere le seguenti misurazioni:

- 1) *Velocità media orizzontale, nella direzione d'avanzamento, immediatamente prima dello stacco.*

(Velocità ottenuta attraverso la misurazione

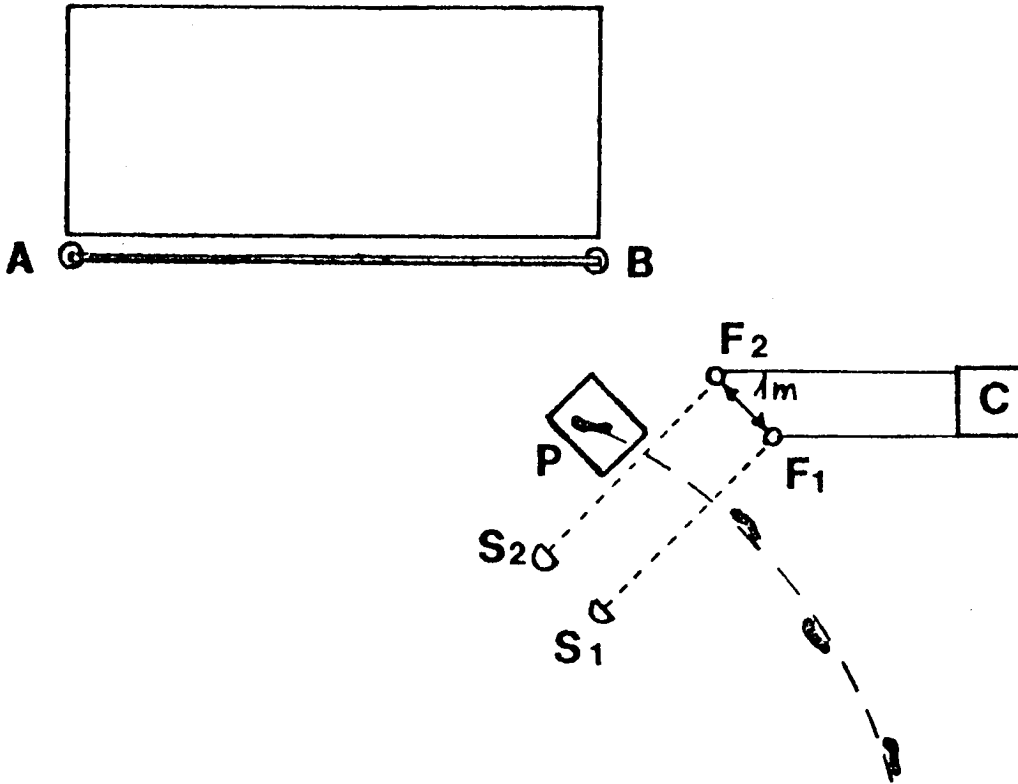


Fig. 1 - Disposizione delle fotocellule per la misura della velocità precedente lo stacco. A, B = Ritti. F1, F2 = Fotocellule, S1, S2 = Sorgenti luminose, P = Pedana.

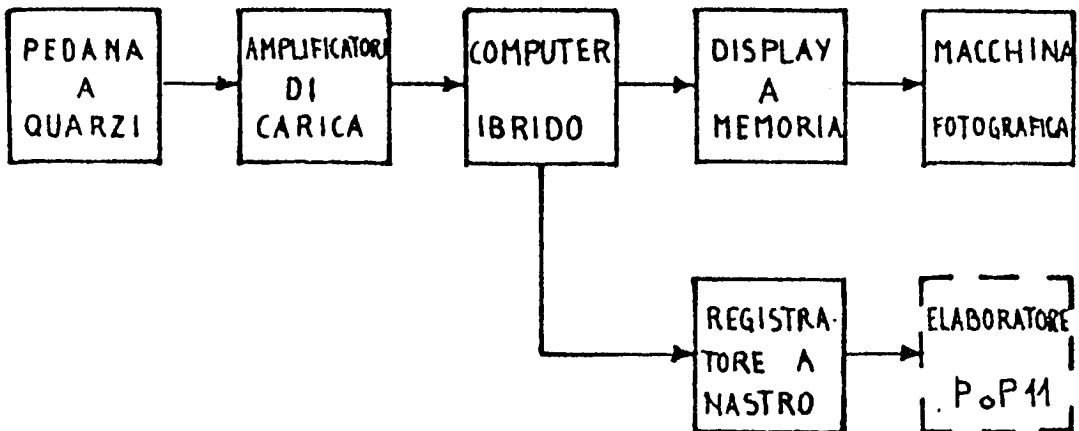


Fig. 2 - Schema della strumentazione per l'ottenimento dei diagrammi vettoriali. Tratteggiata ipotesi di successiva elaborazione su calcolatore.

del tempo impiegato dall'atleta a percorrere l'ultimo metro).

2) *Diagramma vettoriale, rilevato nel piano sagittale, delle forze esercitate allo stacco.*

Questi diagrammi sono stati ottenuti utilizzando la catena di strumenti schematizzati nella fig. 2, e precisamente:

- pedana a quarzi piezoelettrici;
- amplificatori di carica;

— computer ibrido che fornisce direttamente, su di uno schermo a memoria, il diagramma verticale che viene fotografato;

3) *Diagramma vettoriale, nel piano frontale, delle forze esercitate allo stacco.*

L'impossibilità tecnica di ottenere simultaneamente i diagrammi nei due piani ha costretto gli atleti ad eseguire in fasi successive salti per le medesime misure, ed essendo stata condotta l'analisi nel piano frontale successivamente a quello sagittale, ne è derivato che mediamente le misure superate dall'atleta nelle due prove differiscono di 10 cm. circa a favore della prima.

4) *Diagramma vettoriale, rilevato nel piano sagittale, per gli esercizi di pliometria.*

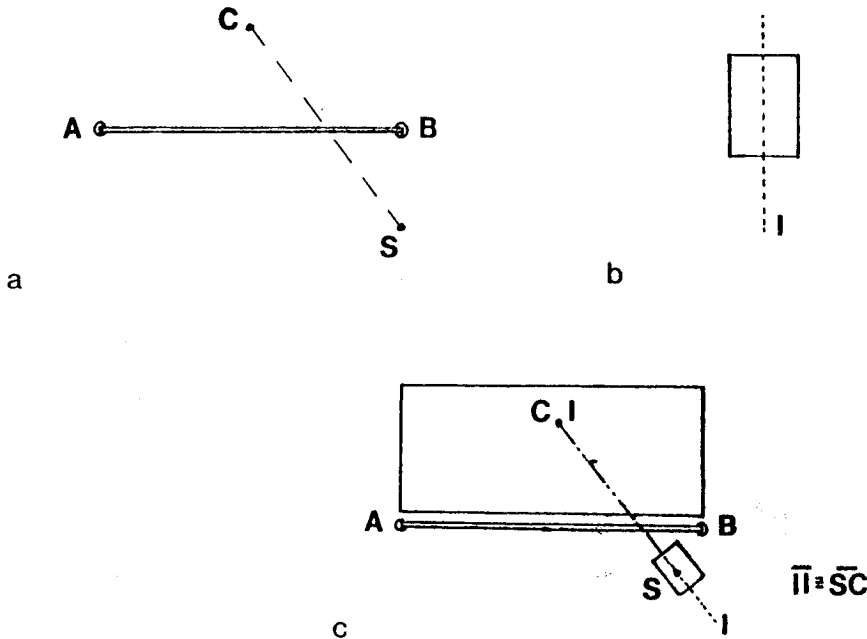


Fig. 3 - a) S = Punto di stacco, C = Punto di caduta, CS = Piano di volo o piano sagittale; b) I = Asse longitudinale della pedana, I = piano sagittale; c) disposizione della pedana e dei ritti per avere $SC = I$.

— dal computer ibrido si ottengono delle registrazioni a nastro che passano su di un elaboratore più grande per avere particolari elaborazioni delle grandezze ottenute.

Poiché per ottenere i diagrammi vettoriali ci si deve riferire ad un piano, si è scelto quello sagittale, e cioè quello passante per il punto di stacco, contenente la traiettoria di volo e coincidente con l'asse longitudinale della pedana (fig. 3).

Però essendo questa solidale col terreno si sono sistemati, di volta in volta, i ritti in modo tale da permettere il verificarsi della situazione predetta. In questo modo gli atleti dovevano ruotare opportunamente la traiettoria della rincorsa attorno al punto di stacco senza però modificarne la forma (fig. 4).

5) *Diagramma vettoriale, rilevato nel piano sagittale, per il «sergent test».*

Commento dei risultati

Analisi della velocità precedente lo stacco (entrata in stacco).

Nel grafico della fig. 5 sono riportati per ciascun atleta in ascissa i valori medi in m/sec. delle velocità di entrata in stacco, ed in ordinata la deviazione standard al di sopra ed al di sotto di questi valori, e questo per dare l'idea della ripetitività dell'azione di ogni singolo atleta, difatti per ogni-

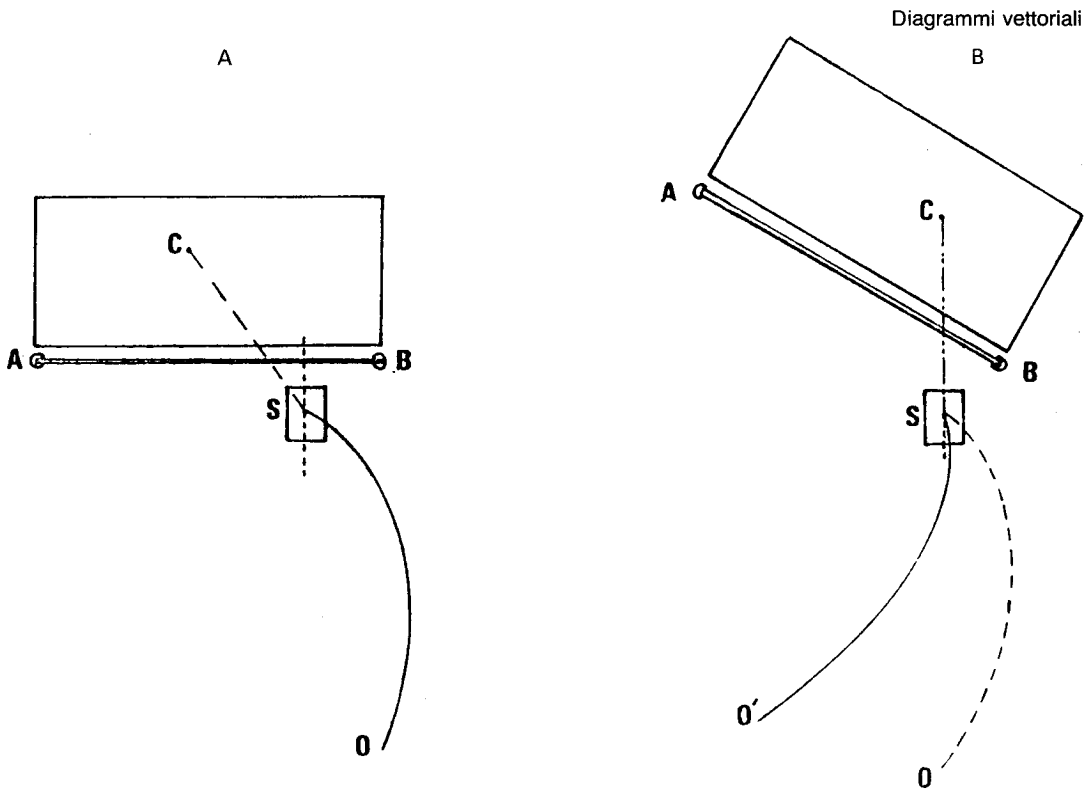


Fig. 4 - a) disposizione ritti e pedana tale per cui non è verificata la coincidenza dei due piani sagittali; b) disposizione ritti e pedana tale per cui è verificata la coincidenza dei due piani sagittali. Le curve OS e OS' sono esattamente uguali.

VELOCITÀ DELL'ATLETA AL MOMENTO DELLO STACCO D'INIZIO

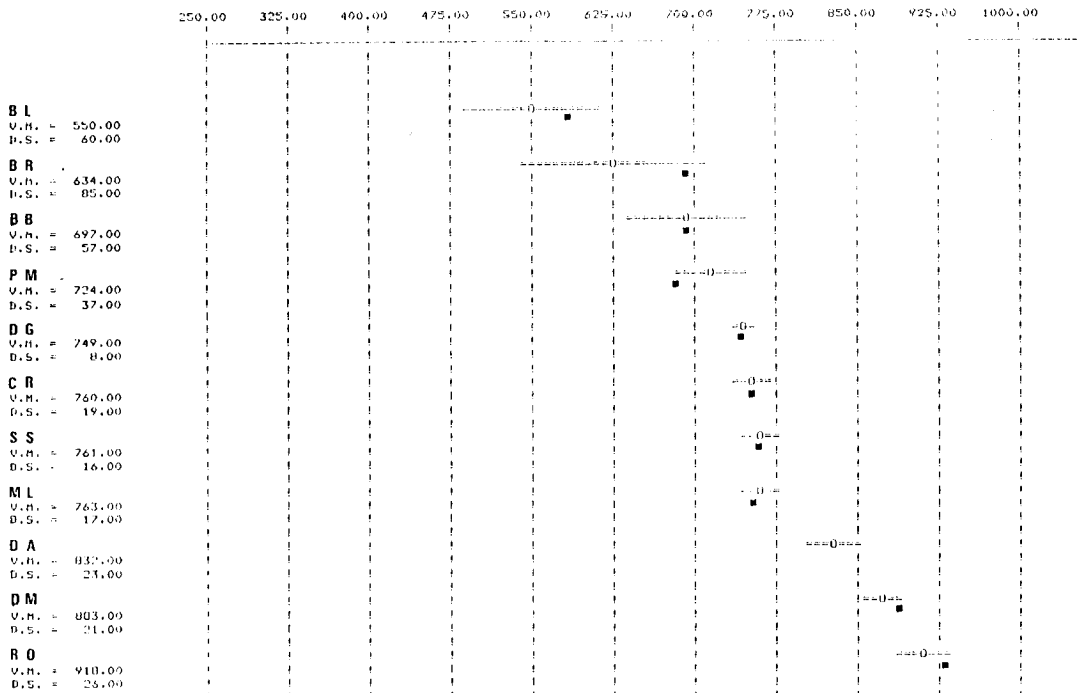


Fig. 5 - Grafico del valor medio dello standard deviation della velocità. I quadri neri a lato dei segmenti rappresentano il valor medio delle velocità misurate con asticella posta a 2 m.

no di loro è stata evidenziata la zona della variabilità della velocità.

Il valore di 7,52 m/sec. rappresenta la media delle velocità medie degli atleti. Si può notare inoltre che sei atleti si trovano in una zona vicina a questo valore mentre due sono sensibilmente al di sotto e tre al di sopra.

Le velocità misurate variano da 4,9 a 9,5, ed i valori medi da 5,50 a 9,18 m/sec.

L'unico ventralista (B.B.) è situato nella zona di velocità medie (6,90).

Dall'analisi del grafico si possono fare le seguenti osservazioni:

— gli atleti più vicini alla media delle medie hanno pochissima variabilità nella velocità, sintomo di automatismi elevati, mentre c'è la tendenza di un suo aumento allontanandosi da tale valore;

— la variabilità è minore per gli atleti con alta velocità di entrata, e ciò può derivare dal fatto che questa situazione sia ottimale per il raggiungimento di un alto grado di stereotipia;

— gli atleti che hanno bassa velocità di entrata (non avendo confronti non si sa se questa sia una caratteristica oppure una condizione dell'allenamento) dimostrano una variabilità molto elevata;

— vi è un addensamento di valori attorno a quello medio, e per gli atleti che hanno velocità molto elevate si può notare una variabilità si più ampia dei valori medi, ma molto più ridotta dei valori bassi, e questo deriva, probabilmente, dal fatto che alte velocità di rincorsa e di entrata in stacco richiedono coordinazioni ed automatismi molto elevati;

— gli atleti che hanno una velocità media vicino al valore medio hanno una variabilità molto bassa che probabilmente corrisponde alla loro coordinazione ottimale;

— l'atleta ventralista ha valori di velocità tendenzialmente bassi che non si discostano molto dalla media delle medie. Inoltre la sua deviazione standard è piuttosto ampia e cioè imputabile a problemi di rincorsa, difatti ha adottato rincorse di tipo diverso;

— il quadratino nero si riferisce al valore medio delle velocità nel salto a 2 m. misura ottenuta da tutti gli atleti maschi.

Se si esclude l'atleta P.M. che ha una velocità molto più bassa della media (ha fatto un solo salto a 2 m.), si può notare la tendenza di ottenere valori di velocità superiori al valore medio quando ci si scosta dalla media, e valori di velocità molto vicini al valor medio per gli atleti che utilizzano una velocità media, probabilmente ottimale per loro.

Quindi riferendoci al valor medio delle velocità notiamo una piccola variabilità ed i salti migliori ottenuti per quel valore medio.

Correlando questa osservazione al fatto che 2 m. sia stata per la grande maggioranza dei soggetti la massima performance (7 su 10), si può notare come, fermi restando gli schemi di esecuzione attualmente adottati, la tendenza ad un aumento di velocità, all'interno dei valori ottimali per ciascun atleta, sia un fatto positivo per ottenere la corretta esecuzione del gesto.

Non si sono invece evidenziati, fino a questo momento, criteri di tipo assoluto per il valore che deve assumere la velocità d'entrata.

Descrizione della strumentazione utilizzata per l'ottenimento dei diagrammi vettoriali.

La fig. 6 schematizza la costruzione del diagramma vettoriale. In essa vi è la proiezione e la vista laterale della pedana di forza, in cui «a» e «b» rappresentano le coppie di quarzi piezoelettrici utilizzati per l'ottenimento del diagramma nel piano sagittale, inoltre è riportata una parziale ricostruzione di tale diagramma.

Quando il piede, che è il tramite dell'azione di tutte le forze, entra in contatto col terreno esercita una certa pressione, su tutta l'area d'appoggio, che varia da punto a punto (la proiezione delle pressioni verticali è indicata dalle linee «pi»). Questa pressione è riassumibile in una forza applicata in un punto ben definito. L'ampiezza della forza e la sua posizione sono segnate dall'intensità delle varie «pi» verticali ed orizzontali e dalla loro distribuzione. Per mezzo della pedana a quarzi è possibile misurare tale forza attraverso l'ottenimento della reazione del terreno «R», eguale ma di segno contrario.

La strumentazione permette di ottenere la «R», (che ha un punto d'applicazione X-P rispetto al riferimento zero, e naturalmente questa forza, durante la fase d'appoggio, varia in: punto d'applicazione, inclinazione ed ampiezza) ad intervalli di tempo uniformemente discretizzati. L'ampiezza dell'intervallo adottato dipende dalla durata del fenomeno e tende a diminuire quanto più veloce è il suo sviluppo.

In tal modo si ottiene quella che normalmente viene definita «evoluzione spazio temporale della reazione al terreno o diagramma vettoriale». Da questo è possibile risalire alla durata del fenomeno stesso. Nella figura, in cui i tratteggiati si riferiscono alla forza «R» ottenuta all'inizio del contatto e dopo determinati intervalli di tempo, appare evidente che moltiplicando il numero dei vettori

per l'intervallo di campionamento, si può ottenere la durata della fase analizzata.

Dunque questo particolare tipo di rappresentazione fornisce tutta una serie di informazioni immediate quale l'andamento globale delle forze,

— in ambedue le tecniche i vettori sono inclinati contro il senso d'avanzamento. Questo significa che tutti i vettori hanno una componente di forza orizzontale contraria al moto, e cioè il baricentro dell'atleta è sottoposto, per tutta la durata

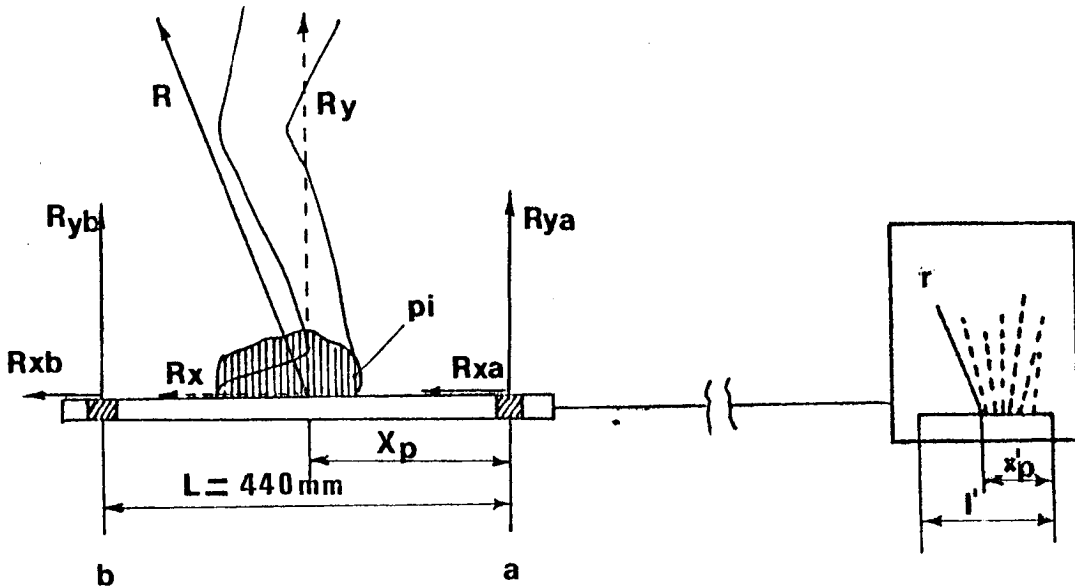


Fig. 6 - Schematizzazione della costruzione del diagramma vettoriale.

la loro inclinazione, la durata del fenomeno e la distribuzione dello sforzo a carico delle diverse parti del piede.

Tali informazioni correlate alla forma del diagramma permettono un chiaro studio dell'atto motorio rappresentando la corretta sintesi di tutta la dinamica della fase di stacco.

La fig. 7 evidenzia i diagrammi vettoriali, nel piano sagittale, dello stacco di due atleti: a destra un fosburista ed a sinistra un ventralista (per ambedue la direzione d'avanzamento è da destra a sinistra).

Si può notare un veloce passaggio della forza dal tallone, o zona vicina (primo contatto del piede sul terreno), all'avampiede, ed una lunga persistenza dell'azione nella zona dell'avampiede (contatto che precede il termine dello stacco) in tutti e due gli atleti. Però in questi è molto diversa la forma del diagramma, e questo ci permette una facile identificazione, dal punto di vista dinamico, delle due tecniche.

Dall'analisi di questi due diagrammi si possono fare due osservazioni:

del fenomeno, ad un'azione frenante che corrisponde ad una continua diminuzione della velocità orizzontale di entrata;

— l'involuppo dei diagrammi relativi alla maggior parte dei fosburisti (9 su 11) presenta un solo massimo (che compare in una fase compresa fra il 40 ed il 50% della durata dello stacco, ed appare una forza verticale molto pronunciata nella prima fase dell'impatto, ma comunque è inferiore a quella massima ottenuta nella zona centrale della fase), mentre negli altri fosburisti (fig. 8) si ha la presenza di due massimi relativi. Il primo, di ampiezza minore, di quello della fase centrale, corrisponde mediamente al 17% della fase d'appoggio, ed in ampiezza è inferiore del 20% del massimo assoluto che compare fra il 45 ed il 55% del fenomeno stesso.

Nel ventralista il diagramma presenta una forma completamente diversa, inoltre esistono sempre due massimi di cui il primo relativo mediamente inferiore del 21% al secondo, e la loro localizzazione corrisponde rispettivamente al 26 e 65% dell'appoggio.

Diagrammi vettoriali

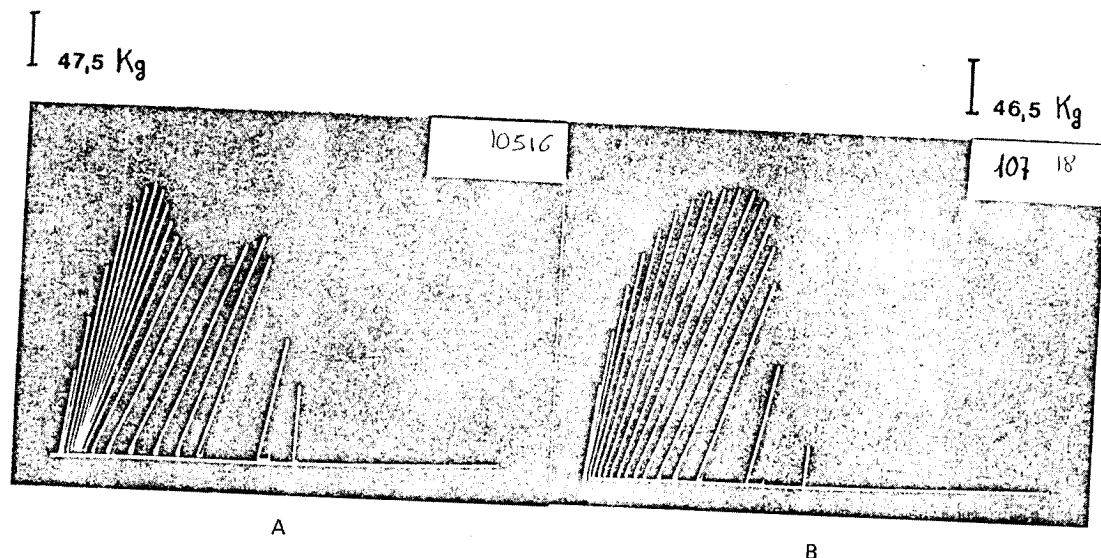


Fig. 7 - a) diagramma vettoriale di atleta ventralista (12.8 msec/vett.); b) diagramma vettoriale di atleta fosburista (12.8 msec/vett.).

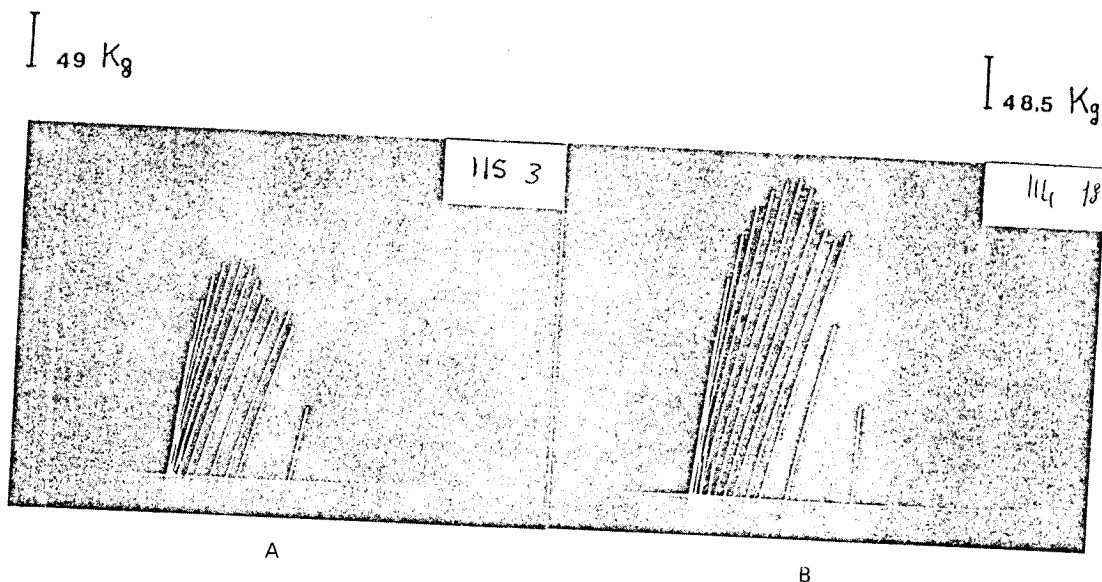


Fig. 8 - a) diagramma vettoriale di atleta fosburista con diagramma due massimi, donna (12.8 msec/vett.); b) diagramma vettoriale di atleta fosburista con due massimi, uomo (12.8 msec/vett.).

Osservazioni sugli studi condotti da altri autori con pedane di forza.

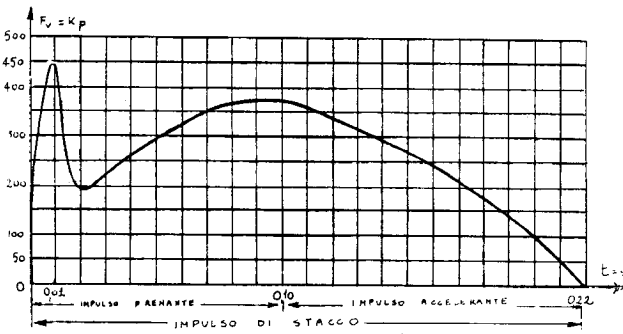
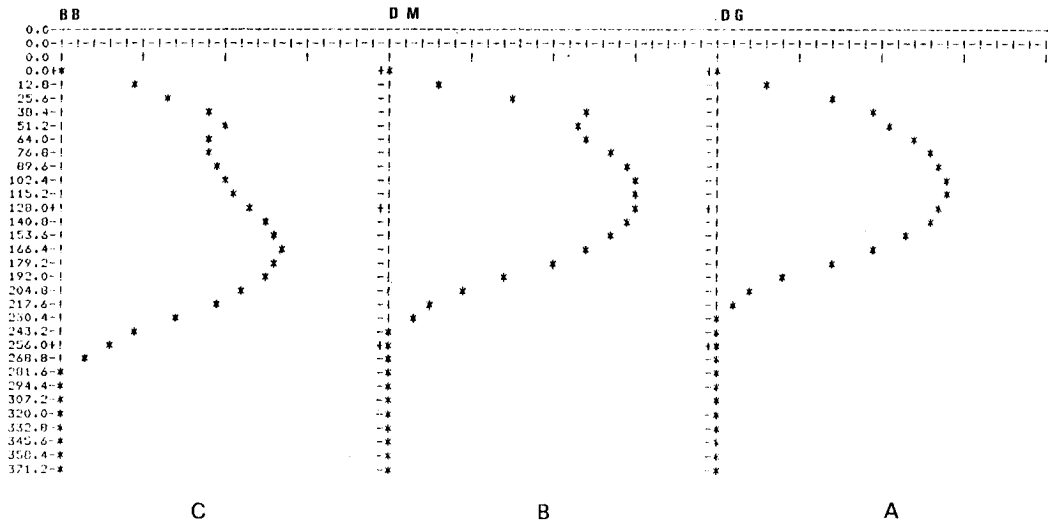
Prima d'iniziare l'interpretazione dei diagrammi e fare le dovute osservazioni si reputa necessario il confronto con gli esperimenti eseguiti con la piattaforma di forza e dei relativi risultati.

Se nei diagrammi a, b, c, di fig. 9 valutiamo la

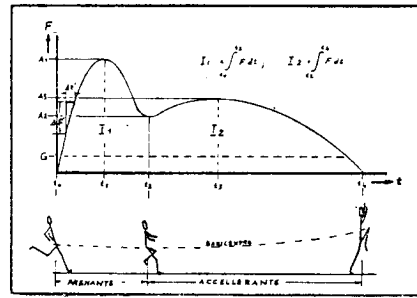
sola componente verticale della forza (reazione durante lo stacco: la forza in funzione del tempo), vediamo ad esempio che un fosburista ha un massimo, un'altro ne ha due e così pure il solo ventralista esaminato.

Nella fase d'impatto non si nota l'applicazione di forze elevatissime e, se ci sono, sono sempre inferiori al massimo ottenuto nella fase centrale.

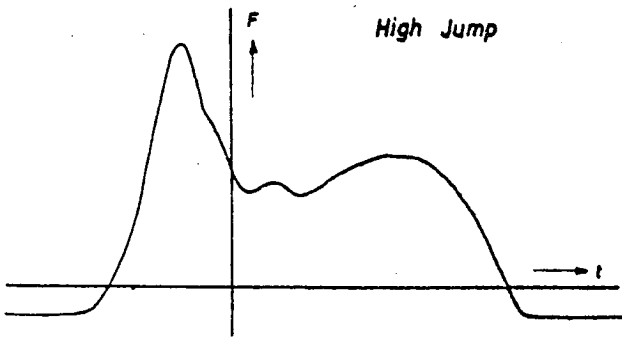
DIAGRAMMI DELLE FORZE VERTICALI
 VERTICAL-FORCE IN KG (OGNI TACCA=20 KG)
 TIME-TEMPER IN MILLISEC.



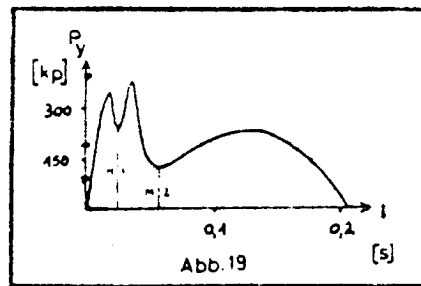
E



D

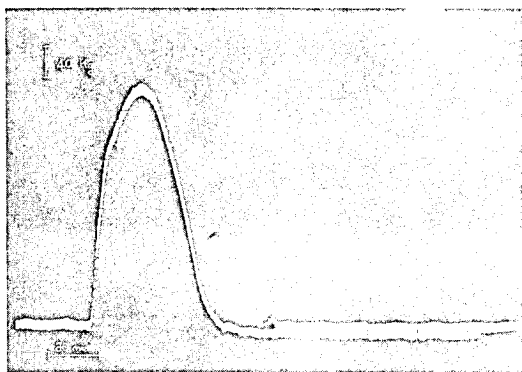


F

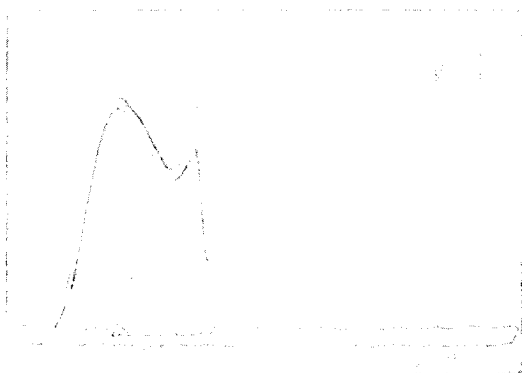


G

Fig. 9 - Curve Ry/t : a) fosburista con un massimo (ricavato dai diagrammi vettoriali); b) fosburista con due massimi (ricavato dai diagrammi vettoriali); c) ventralista (ricavato dai diagrammi vettoriali); d) grafico riportato da Bragagnolo (Atleticastudi); e) grafico riportato da Beulke (Atleticastudi); f) grafico riportato da Hochmuth e Marhold (Biomechanics VI B, pg. 94); g) grafico riportato da Kuhlow (Analyse moderner Hochsprungtechniken - pg. 82).



H



I

Questo si nota anche nelle curve h, i, sempre di fig. 9, ottenute in laboratorio e direttamente registrate.

Come si può osservare in «h» c'è un solo massimo, e quando ce ne sono due il primo è sempre inferiore (i diagrammi seguono da sinistra a destra).

Queste osservazioni sono in contrasto con alcuni risultati ottenuti con la piattaforma di forza riportati dalla biografia. Ad esempio si può notare nelle figg. 9 d, e, f, g, come il primo massimo sia decisamente superiore al secondo, e che in alcuni casi raggiunge quantitativamente dei valori molto più elevati di quelli delle forze segnate nei diagrammi di fig. 9 a, b, c.

Purtroppo però non si hanno delle indicazioni sulla tecnica di salto adottata nelle prove, in quanto i diagrammi dello stacco vengono influenzati dalla tecnica adottata.

Vedendo i tempi relativi al primo massimo si sono fatte delle ipotesi che possono giustificare l'andamento delle curve:

— probabilmente le pedane di forza impiegate avevano caratteristiche meccaniche non sufficientemente elevate per garantire una corretta rilevazione del segnale di forza;

— oppure qualora queste pedane avessero avuto delle buone caratteristiche non avevano un ancoraggio al suolo sufficientemente accurato.

Queste ipotesi sono anche state verificate attraverso una simulazione sul calcolatore elettronico.

Sono stati riportati questi dati perché si è notato che nell'analisi dei salti si dà molta importanza alla distribuzione di questi massimi, ad esempio al gradiente salita, e ci sembra corretto che prima di stendere teorie sia necessario conoscere l'effettiva correttezza del risultato ottenuto.

Analisi dei diagrammi vettoriali dello stacco nel piano sagittale (78 vettori al sec.)

Analizziamo ora i diagrammi vettoriali per quanto riguarda la loro forma e le considerazioni biomeccaniche che se ne possono trarre.

Le figg. 10 a, b, c, d, e, f, riportano, per ognuno degli atleti esaminati, due diagrammi vettoriali di prove differenti.

Si può osservare la ripetitività della dinamica di ogni atleta, tanto che in qualche caso e nelle azioni corrette, c'è persino la possibilità di una sovrapposizione.

Invece (fig. 11), al contrario, sono state notate differenze quantitative quando l'azione non era stata corretta nella sua globalità, e, ad esempio, per l'atleta B.B. l'errore era stato compiuto in fase d'impatto, mentre per S.S. era stato compiuto in quella conclusiva.

Se si analizzano nella loro globalità i diagrammi della fig. 10 si può notare che esistono alcune caratteristiche comuni a tutti gli atleti:

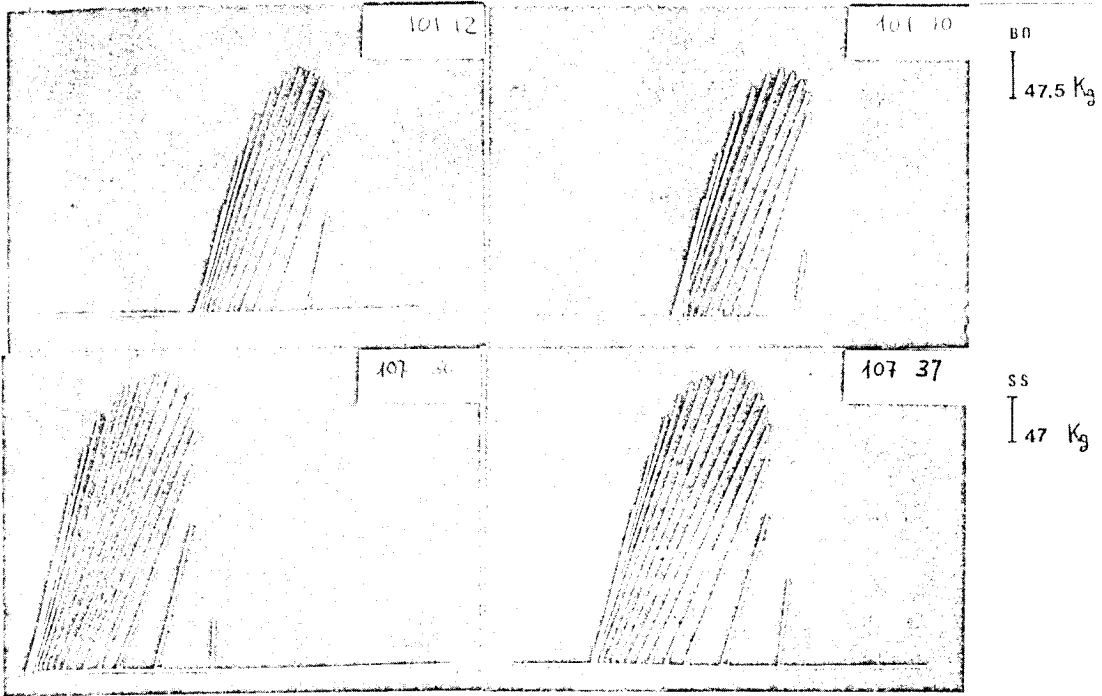
— i vettori sono inclinati in senso contrario al moto (esclusi i casi di D.M./10 «c»; B.L./10 «e»; D.A./10 «f») per cui gli ultimi, di ampiezza piuttosto piccola, tendono a verticalizzarsi;

— rapida crescita dei vettori stessi nella prima fase del contatto;

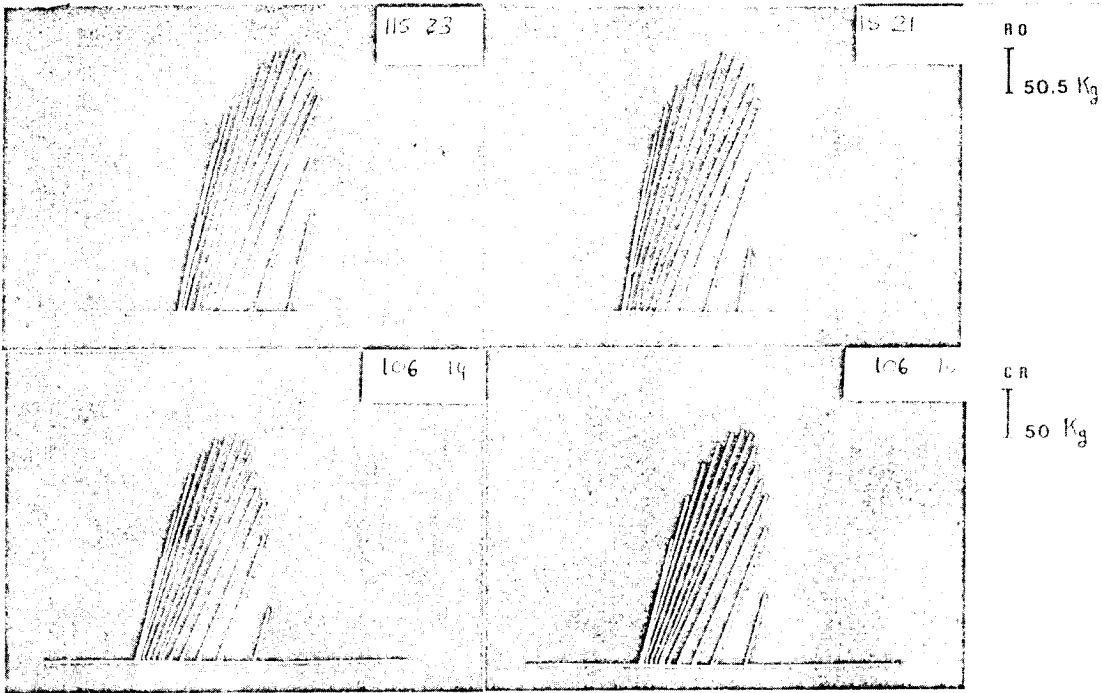
— veloce passaggio dal punto d'applicazione (contatto del tallone) alla parte anteriore del piede, ed è in questa zona che viene svolta la quasi totalità dello stacco;

— l'inclinazione dei vettori (escludendo il primo e il secondo ed in qualche caso anche il terzo) tende a diminuire con l'evolversi del fenomeno.

Ferme restando queste caratteristiche comuni si notano anche delle notevoli diversificazioni, e per evidenziarle si è cercato di dare una descrizione sinottica, sempre di tipo qualitativo, me-

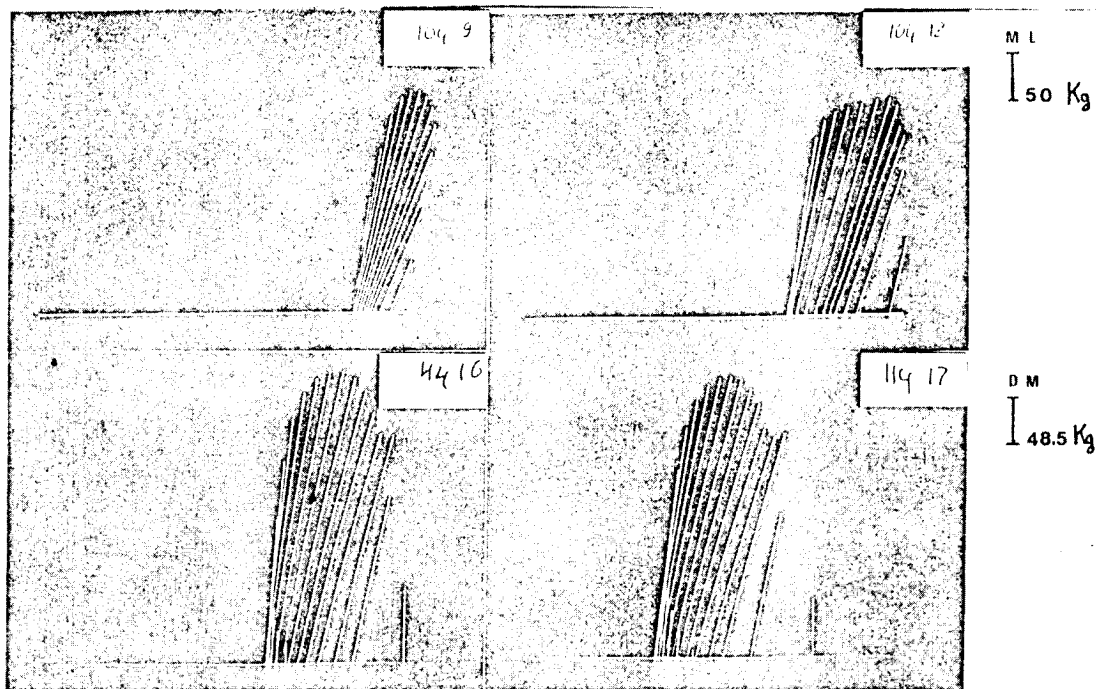


A

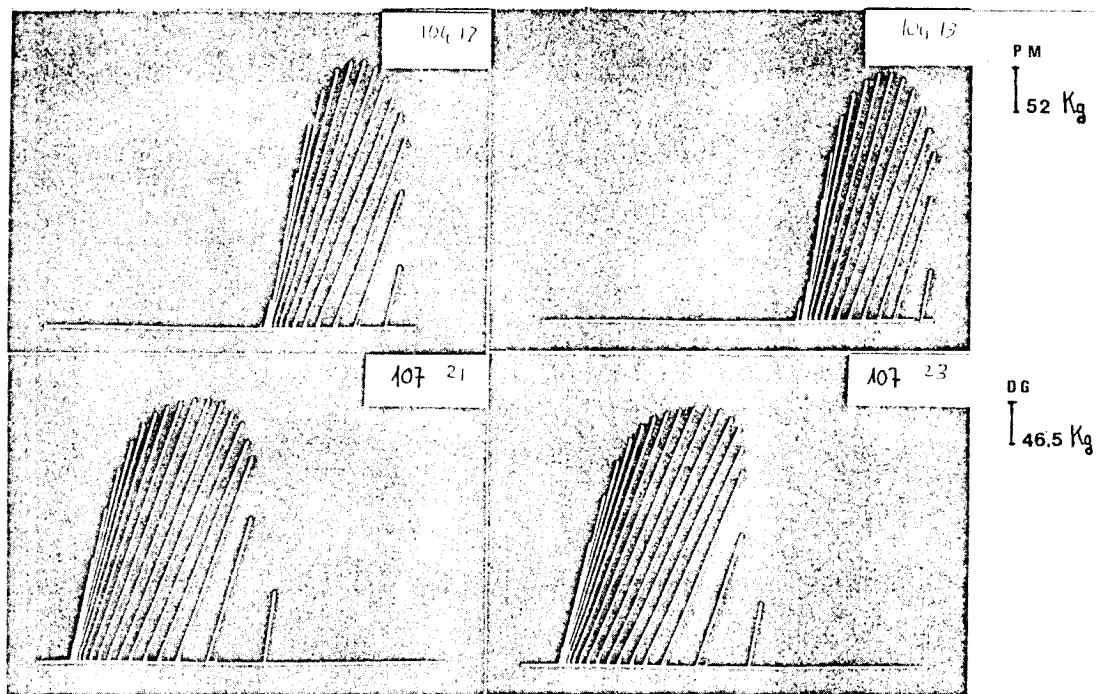


B

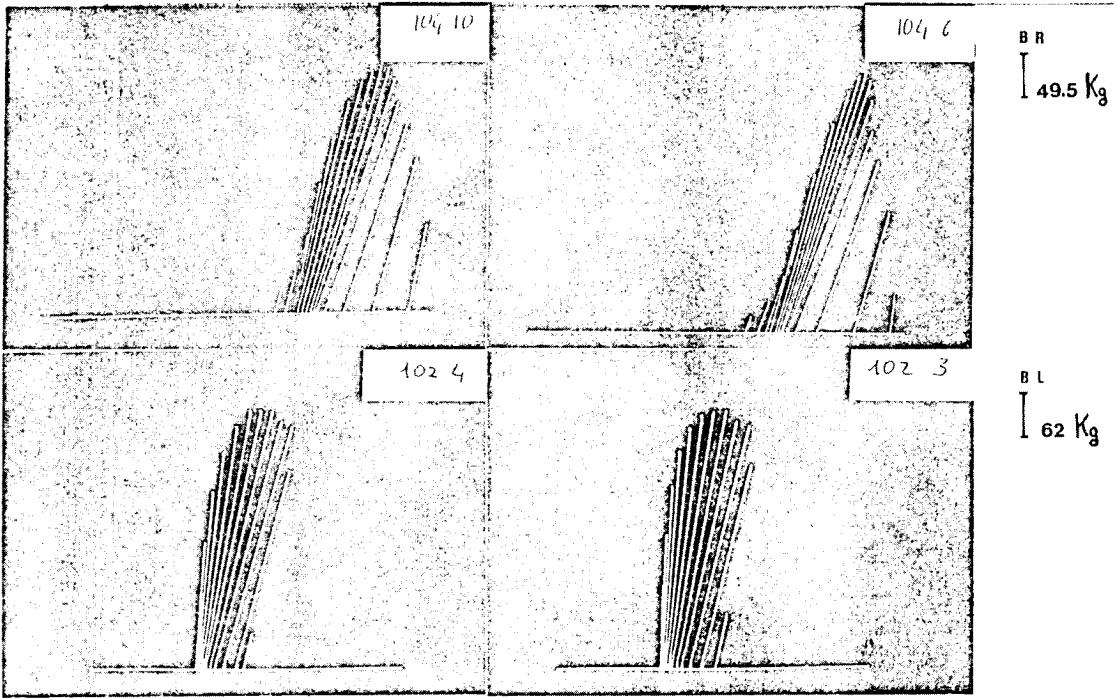
Diagrammi vettoriali



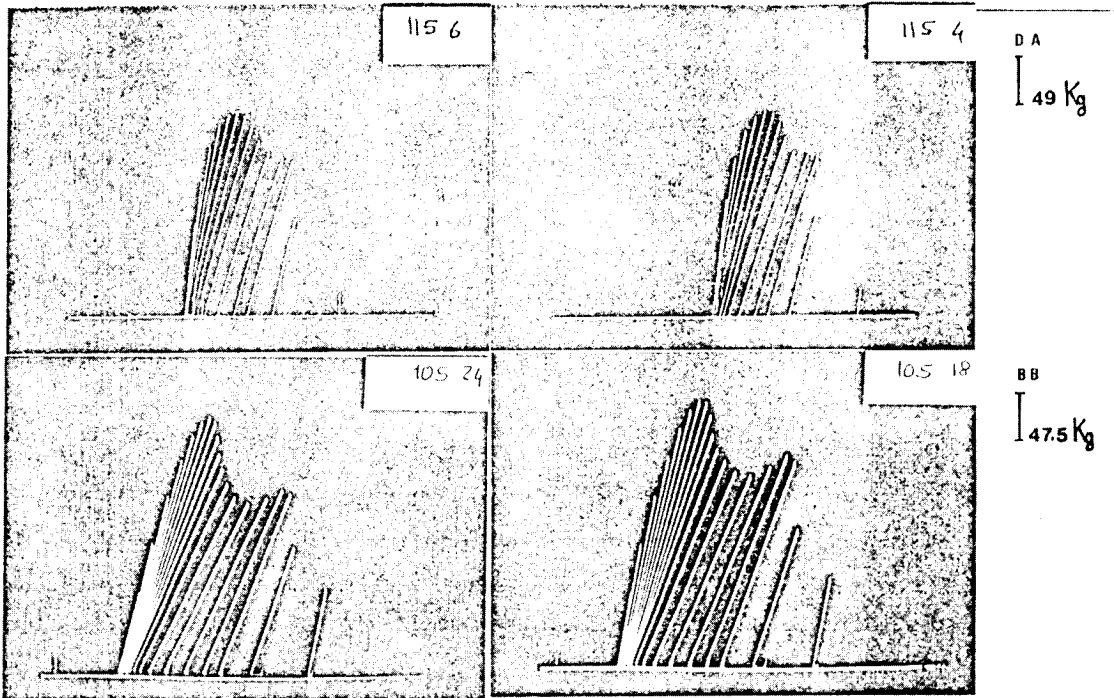
C



D



E



F

Fig. 10 - Diagrammi vettoriali di tutti gli atleti nel piano sagittale. Affiancati i diagrammi vettoriali di uno stesso atleta (12.8 msec./vett.).

Diagrammi vettoriali

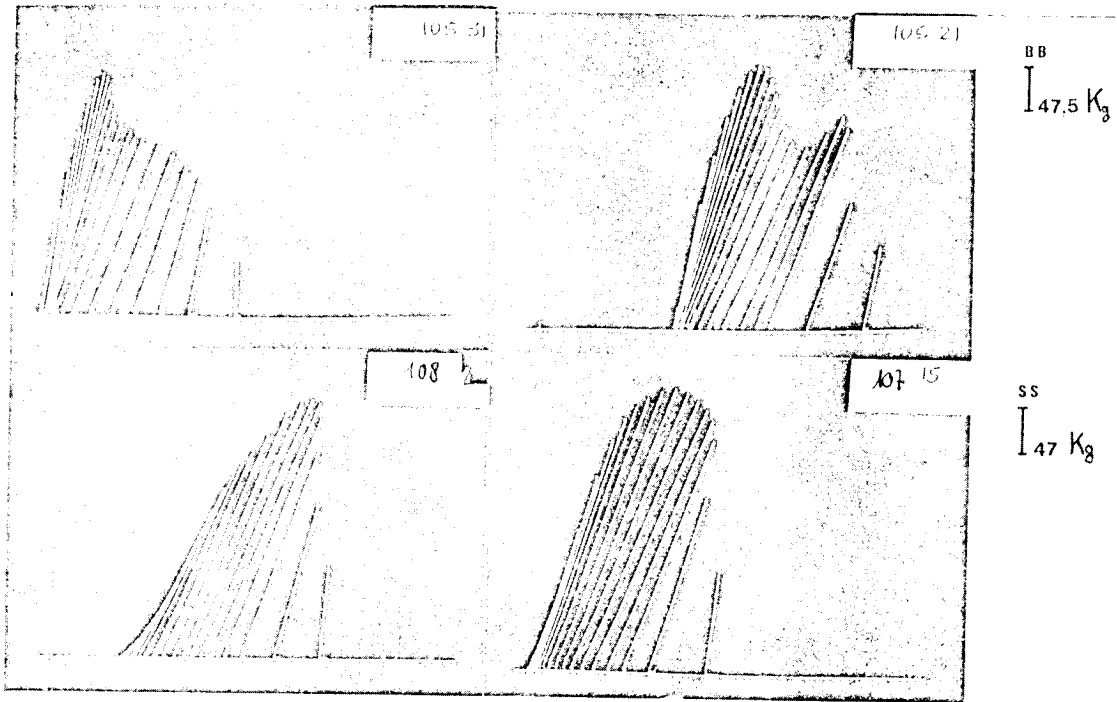


Fig. 11 - Diagrammi vettoriali di due diversi atleti, a destra esecuzione corretta del salto, a sinistra esecuzione errata per uno stesso atleta (12.8 msec./vett.).

Tabella I - Correlazione qualitativa dei risultati relativi all'analisi dei diagrammi vettoriali di stacco nel piano sagittale.

| Nome | n. massimi | Concentrazione anteriore vettori | Parallelismo vettori | Arrotondam. involuppo | Inclinazione media vettori |
|------|------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|
| B R | 1 | — | + | — — | ++ |
| B L | 1 | ++ | — — | + | — — |
| B B | 2 | ++ | — — | — | + |
| D G | 1 | + | ++ | ++ | — |
| C R | 1 | + | — | — | + |
| D A | 2 | + | — | + | — |
| D M | 2 | — | + | + | — — |
| M L | 1 | — | + | — | — |
| P M | 1 | + | + | + | — |
| R O | 1 | + | — | — | + |
| S S | 1 | ++ | ++ | ++ | — |
| B O | 1 | ++ | ++ | ++ | — |

Leggenda: ++ qualità molto pronunciata
 + qualità evidente
 — qualità opposta evidente
 — — qualità opposta molto evidente

dante la tabella 1. In questa sono quantizzate le caratteristiche dei vettori attraverso dei segni di «più» e di «meno»:

«+» indica la presenza della caratteristica; «++» caratteristica molto accentuata;
«-» indica la presenza della caratteristica opposta; «--» caratteristica opposta molto accentuata.

Si può notare che solamente due coppie di atleti (S.S./B.O. e R.O./C.R.) hanno caratteristiche particolarmente simili. Essi hanno difatti medesimi segni in ogni casella e, logicamente, si ritrova anche una notevole somiglianza dei diagrammi (figg. 10 «A» e 10 «B»).

Riguardo agli altri atleti si può osservare che ognuno è caratterizzato da un fattore che lo rende interprete personale della tecnica adottata. Ad esempio nella fig. 10 «E», in cui sono rappresentati due fosburisti di ugual valore tecnico, B.R. e B.L., si vede come i diagrammi siano completamente differenti, e questa differenza si nota nella tabella, difatti:

— B.R. ha un massimo punto e B.L. arrotondato,

— B.R. ha una base d'appoggio ampia e B.L. stretta;

— B.R. ha un'inclinazione molto pronunciata dei vettori, e B.L. poco pronunciata.

Si può invece notare che due atleti che adottano tecniche differenti, B.B. ventralista e D.A. fosburista (fig. 10 «F») presentano sì diagrammi diversi, ma molto meno diversi di quelli dei due fosburisti di fig. 10 «E».

Si comprenderà però che queste differenziazioni non sono casuali se, come è stato parzialmente fatto con la velocità dello stacco, e come si farà in seguito con altri parametri, si considera il fenomeno nella sua globalità analizzando cioè tutti i parametri fra loro connessi e cercando di approfondire le leggi che li correlano, prescindendo cioè da conclusioni ottenibili dalla loro analisi separata. Questo anche perché nell'applicazione di una medesima tecnica ogni atleta ha uno schema motorio differente da quello di un altro. Ne consegue che nell'allenamento tecnico si deve perseguire una logica di ottimizzazione non tanto della tecnica pura, quanto nella sua adattabilità alle caratteristiche dell'atleta.

L'analisi ed il confronto dei diagrammi è in questo caso molto importante per poter controllare se esiste una ripetitività dell'azione dell'atleta (stereotipia del movimento), sistema rapido per evidenziare le azioni corrette da quelle errate.

Si può ad esempio notare che un salto è stato sbagliato nella fase d'impatto (in fig. 11 manca il massimo tipico dell'atleta), un altro in quella di

spinta o seconda parte dello sviluppo della forza.

Fig. 10 «A» — Diagrammi relativi a due salti degli atleti B.O. e S.S. Si può notare la ripetitività nei salti del medesimo atleta e l'analogia tra un diagramma e l'altro;

- il veloce passaggio dall'appoggio del tallone a quello sull'avampiede,
- un solo massimo,
- un raddrizzamento progressivo dei vettori (esclusi i primi due od il primo),

Fig. 10 «B» — Si ritrovano le medesime caratteristiche della fig. 10 «A», in cui, per ogni atleta il primo diagramma è molto simile al secondo.

Fig. 10 «C» — Si può notare il veloce passaggio dall'appoggio del tallone a quello dell'avampiede, che però, come tempo esecutivo, varia da atleta ad atleta. L'atleta M.L. agisce su di una limitata parte del piede, mentre D.M. su di una parte più ampia.

Fig. 10 «D» — Per l'atleta P.M. vi è la prima prova corretta (a destra) e la seconda parzialmente scorretta. L'atleta D.G. denota estrema ripetitività, presenta un massimo, e la forma globale del suo diagramma è simile a quella degli altri fosburisti.

Fig. 10 «E» — I diagrammi degli atleti B.R. e B.L. presentano una forma lievemente differente di quelli degli atleti analizzati. Quello di B.R. presenta una base di appoggio ampia, ed i vettori molto inclinati, mentre quello dell'atleta B.L. presenta una base di appoggio ridotta ed i vettori più verticali.

Queste osservazioni possono essere confermate osservando il salto nella sua completezza, e cioè valutando la velocità d'entrata, il tempo d'appoggio, l'ampiezza e l'inclinazione dei vettori.

Fig. 10 «F» — In questi diagrammi, della fosburista D.A. e del ventralista B.B. si può innanzitutto notare la grande differenza che esiste in generale tra i fosburisti ed il ventralista.

I primi hanno una comune caratteristica e cioè un piccolo massimo, non molto pronunciato, quando ce l'hanno, oppure non ce l'hanno, mentre il ventralista ha un primo massimo sempre presente, con delle inclinazioni notevoli dei vettori, e con una fase d'appoggio estremamente prolungata nella parte anteriore del piede.

Fig. 12 — Questa tabella riporta il valore medio e la deviazione standard della durata della fase d'appoggio (caricamento-spinta) di ciascun atleta.

Si evidenzia immediatamente la posizione del ventralista che compie lo stacco nel tempo più

lungo, 273 m./sec. di valore medio, difatti i valori medi per i fosburisti sono compresi fra i 186 e 243 m./sec.

Si nota un addensamento di valori attorno ai 210 msec. e, caso interessante, i loro valori si trovano nell'addensamento della tabella della velocità di entrata, fig. 5.

Riguardo ai fosburisti, escludendo l'atleta D.A., si è notato che a velocità d'entrata bassa corrispondono ridotti tempi d'appoggio e viceversa per le velocità d'entrata elevate.

Questa tendenza può trovare una spiegazione nel fatto che allo stacco l'azione muscolare ha il compito di agire sul baricentro del soggetto al fine di trasformare il vettore velocità, quasi orizzontale, ad esso associabile (V_e), nel vettore di quella d'uscita (V_u).

Come si può notare i tempi d'appoggio vanno da un minimo di 186 m./sec.; (B.L.) ad un massimo di 243, completamente differenziato dagli altri è il ventralista (B.L.) che, come visto, ha 273.

L'atleta B.L., che ha il tempo d'appoggio più basso, è quello che ha anche la più bassa velocità d'entrata e probabilmente riusciva a compiere l'azione di frenaggio, che è a carico dello stacco, in un tempo sufficientemente breve, invece per atleti con elevata velocità di entrata è necessario un tempo d'appoggio superiore.

Fig. 13 — Difatti come si può vedere in fig. 13 dovendo il processo di trasformazione della velocità avvenire distintamente in due settori, quando l'atleta possiede una velocità, velocità d'entrata, V_e , che deve essere trasformata in quella d'uscita (V_u):

1) riduzione della velocità orizzontale iniziale V_e (frenante);

2) incremento della velocità verticale iniziale (componente verticale) è necessaria un'azione muscolare molto complessa ed i cui differenti effetti si sovrappongono.

In tal senso è pensabile che, una velocità d'entrata più bassa, comportante un'azione frenante minore, permetta una più veloce acquisizione della necessaria componente verticale.

In tal senso dà un esempio l'atleta B.L. caratterizzato da ridotta velocità d'entrata e durata dell'appoggio, con vettori quasi verticali nella fase terminale dello stacco. Ciò suggerisce che egli possa operare la sua necessaria diminuzione di velocità orizzontale in un tempo addirittura inferiore alla durata dello stacco.

Tanto più bassa è la prima tanto più la variazione della velocità orizzontale, cioè la frenata, che è evidenziata con l'inclinazione contro il senso dell'avanzamento dei vettori, sarà ridotta.

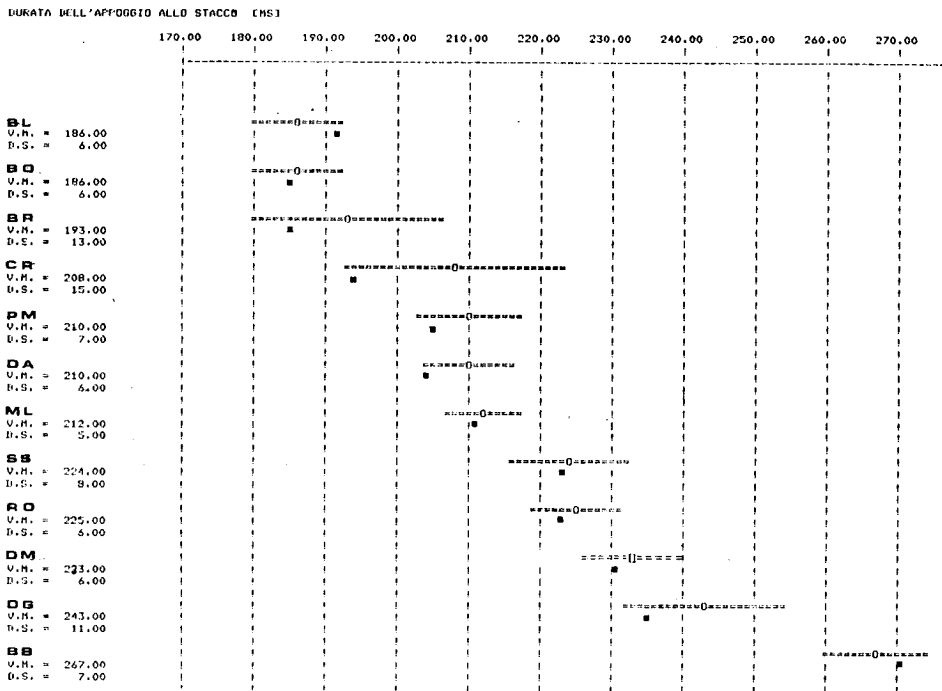


Fig. 12 - Grafico del valor medio e della standard deviation della durata di appoggio dello stacco. I quadri neri rappresentano il valor medio della durata di stacco alla quota di 2 m. per gli uomini e di 1.75 e 1.55 m. rispettivamente per le due donne.

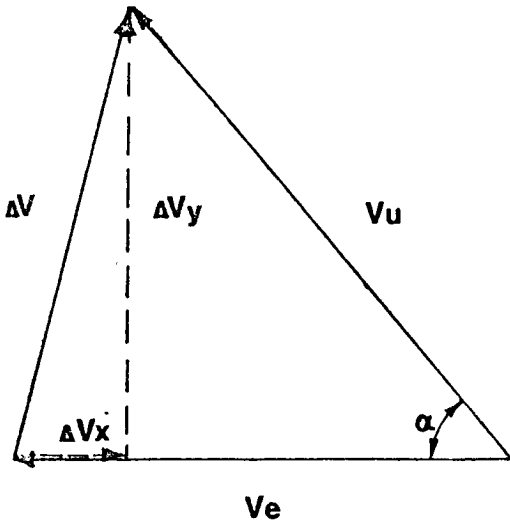


Fig. 13 - Diagramma del triangolo delle velocità allo stacco.

Invece se un atleta possiede una forte velocità d'entrata quest'ampiezza è maggiore, necessita di tempi maggiori. Ovviamente ciascun atleta deve trovare i valori per lui ottimali.

Fig. 12 — Come conclusione si può aggiungere che, escludendo il ventralista, 9 atleti su 11 hanno superato la quota di 2 m. e le atlete rispettivamente 1,50 ed 1,70 con una durata media dell'appoggio inferiore al valore medio calcolato sulla totalità dei salti eseguiti da ogni singolo atleta.

Si è ancora notato che il gruppo di atleti attorno al valore medio ha delle variabilità inferiori agli altri. Per di più la tendenza di questi atleti che compaiono in questa zona sono ancora, nella maggior parte, quelli che apparivano nella zona della velocità media quando si era analizzato il parametro della velocità, quindi l'ipotesi che loro avessero raggiunto una coordinazione per loro ottimale è abbastanza attendibile in quelle condizioni.

Inoltre, se si esclude B.L., che ha velocità d'entrata molto bassa, si è notato la tendenza ad ottenere le prestazioni ai 2 m. con tempo d'appoggio inferiore alla loro media, e questo per tutti gli atleti, caratteristica che però non ha il ventralista.

I diagrammi n. 14 e 15 riportano il valore medio e la deviazione standard della forza massima e l'inclinazione del vettore massimo calcolati coi criteri dei diagrammi n. 5 e 12.

Pure qui il quadratino nero, a lato dei segmenti, rappresenta la media del parametro relativo ai salti di 2 m. per gli atleti e di 1,50 ed 1,70 per le due atlete.

In quello n. 14 è dunque riportato il rapporto tra la forza massima ed il peso del soggetto. Quindi non si ha la forza espressa in Kg., ma questa è stata normalizzata rispetto al peso di ciascun atleta per poter fare un confronto di forza.

La caratteristica principale dei parametri è rappresentata (come pure nel diagramma n. 15) dalla loro estrema variabilità. I rapporti di questi valori variano da un minimo di 3,54 ad un massimo di 4,66 volte il peso degli atleti. Tra questi quello che ha il rapporto più grande è quello che ha avuto la maggior difficoltà ad ambientarsi nelle condizioni che richiedevano le prove.

Nel diagramma si nota un addensamento di valori attorno a quello medio totale.

E' significativo che gli atleti che compaiono in tali addensamenti siano i medesimi già apparsi in quelli della velocità media di appoggio (diagr. 5) ed in quelli della durata di questa fase (diagr. 12).

Sicuramente indicazioni più complete si possono avere non tanto dal valore di forza massima quanto dall'integrale rispetto al tempo delle sue componenti: verticale ed orizzontale.

Inoltre non c'è relazione tra il valore medio e quello ottenuto per la forza espressa a 2 m., e questo fa supporre che probabilmente più significativo della forza massima è il valore dell'integrale delle forze.

Tutto questo s'inquadra nella logica che vede l'analisi non finalizzata a certe singole grandezze, quali ad esempio la sola velocità d'entrata o la forza od il solo tempo d'appoggio, ma il fenomeno deve essere visto nella sua integralità.

Nel diagramma n. 15 vi è l'andamento dell'inclinazione del vettore massimo; il suo angolo è misurato coll'orizzontale.

Un dato importante che si può ricavare è, ad esempio, che l'atleta Bianchi, che ha un ridotto tempo di appoggio, bassa velocità d'entrata, ha dei vettori molto verticali, quindi un frenaggio minimo, e questo avvalta ancor più l'ipotesi di una minore difficoltà (per chi entra lentamente in stacco) a verticalizzare il salto. Logicamente può darsi che in questo modo non si possa ottenere una gran prestazione.

I dati della Tabella 2 si riferiscono, per ciascun atleta, al valore medio della loro forza massima, in Kg., ottenuti nella fase di stacco.

Questi valori che variano da un minimo di 214 ad un massimo di 321 Kg. (riferendosi ad un vettore completo, la componente verticale sarà ridotta approssimativamente del 2-7%), sono ovviamente anche in relazione al peso dell'atleta. Comunque non si è mai arrivati a valori superiori ai 327 Kg. per un atleta di 81 Kg. circa (Bianchi); ovviamente sono stati raggiunti dei minimi per

Diagrammi vettoriali

RAPPORTO FRA LA FORZA MASSIMA ALLO STACCO E IL PESO DEL SOGGETTO

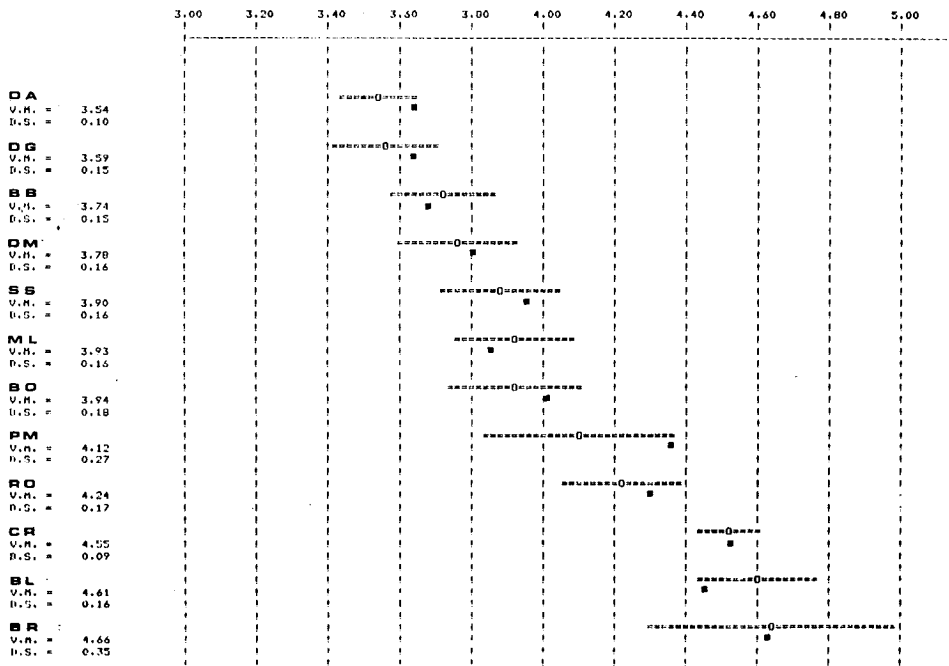


Fig. 14 - Grafico del valor medio e della standard deviation del rapporto fra max forza esercitata allo stacco e peso dell'atleta. I quadri neri rappresentano il valor medio delle prove citate in fig. 12.

INCLINAZIONE VETTORE MASSIMO DI STACCO E GRADI 3

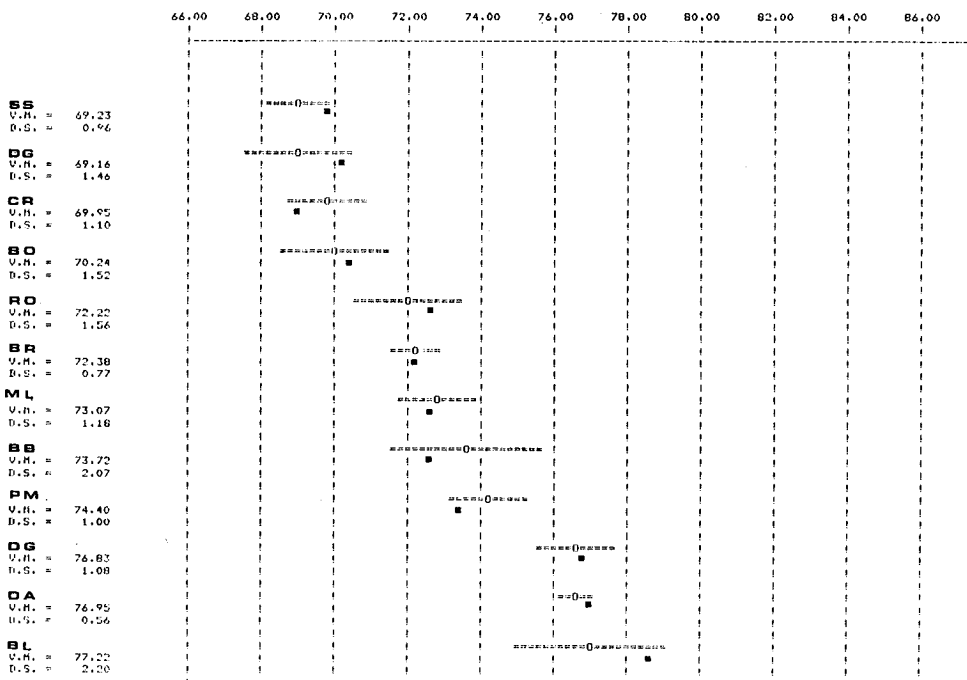


Fig. 15 - Grafico del valor medio e deviazione standard dell'inclinazione sull'orizzontale del vettore max. I quadri neri hanno lo stesso significato delle precedenti figure.

Tabella II - Valori della forza max esercitata allo stacco da ciascun atleta espressi in Kg.

| | |
|-----|-----|
| B R | 321 |
| B L | 327 |
| B B | 269 |
| D G | 284 |
| C R | 273 |
| D A | 214 |
| D M | 269 |
| M L | 317 |
| P M | 323 |
| R O | 294 |
| S S | 321 |
| B O | 246 |

una atleta inferiore ai 60 Kg.

Questo è ancora una volta in contrasto con alcuni dati riportati in letteratura che probabilmente facevano riferimento a delle attrezzature non sufficientemente adeguate alla determinazione di questi valori.

Analisi dei diagrammi vettoriali dello stacco nel piano frontale (47 vettori al secondo).

Nella figura n. 16 «A», «B», «C», sono rappresentati i diagrammi vettoriali rilevati nel piano frontale, e si riferiscono all'azione di stacco ripresa dorsalmente (pure qui per ogni atleta vi sono diagrammi di stacchi diversi).

La ripetitività dei salti è minore rispetto a quelli ripresi sul piano sagittale.

Presumibilmente questo è dovuto al fatto che gli atleti sono stati sottoposti a queste prove al termine dell'esperimento, quando cioè avevano perso la freschezza iniziale ed erano in condizioni di concentrazione e fisiche meno brillanti.

Fig. 16 «A» — Per i fosburisti che staccano di sinistro le caratteristiche principali sono:

— i vettori, e cioè il passaggio delle forze, avviene da destra (zona mediale del tallone) per

spostarsi con rapida continuità a sinistra (zona laterale dell'avampiede), ed è in questa zona estrema che si nota un addensamento di vettori (solamente per M.L. nascono nella zona centrale dell'appoggio per spostarsi a destra e quindi ritornare con continuità a sinistra, e questo o per un particolare assetto del piede, oppure per una personale dinamica dell'esecuzione);

— l'inclinazione dei vettori, al momento dell'impatto, è verso il centro, verso l'interno della curva della rincorsa, direzione centripeta, per poi gradualmente verticalizzarsi ed essere diretta verso l'esterno, direzione centrifuga, al termine dello stacco. Vi è dunque un progressivo raddrizzamento delle forze che passano ad un'inclinazione opposta. Logicamente questa è alquanto diversa da atleta ad atleta e va vista quale conseguenza dell'operazione di raddrizzamento compiuta per la trasformazione del moto di rincorsa in quello di stacco. Sicuramente la traiettoria della rincorsa e l'inclinazione laterale del corpo al momento dello stacco giocano un ruolo importantissimo nella caratterizzazione dei diagrammi;

— rispetto ai diagrammi rilevati nel piano sagittale le forze agiscono su di una larghezza molto più limitata (il diagramma si sviluppa da destra, lato mediale del tallone, a sinistra, lato esterno dell'avampiede);

Fig. 16 «B» — Invece per i fosburisti che staccano di destro i vettori iniziano a sinistra (il diagramma nasce ancora una volta all'interno e termina verso l'esterno del piede), e si sposta rapidamente verso destra dove danno luogo ad un addensamento per poi tornare, quando ormai hanno un'ampiezza molto inferiore alla massima, verso la zona centrale.

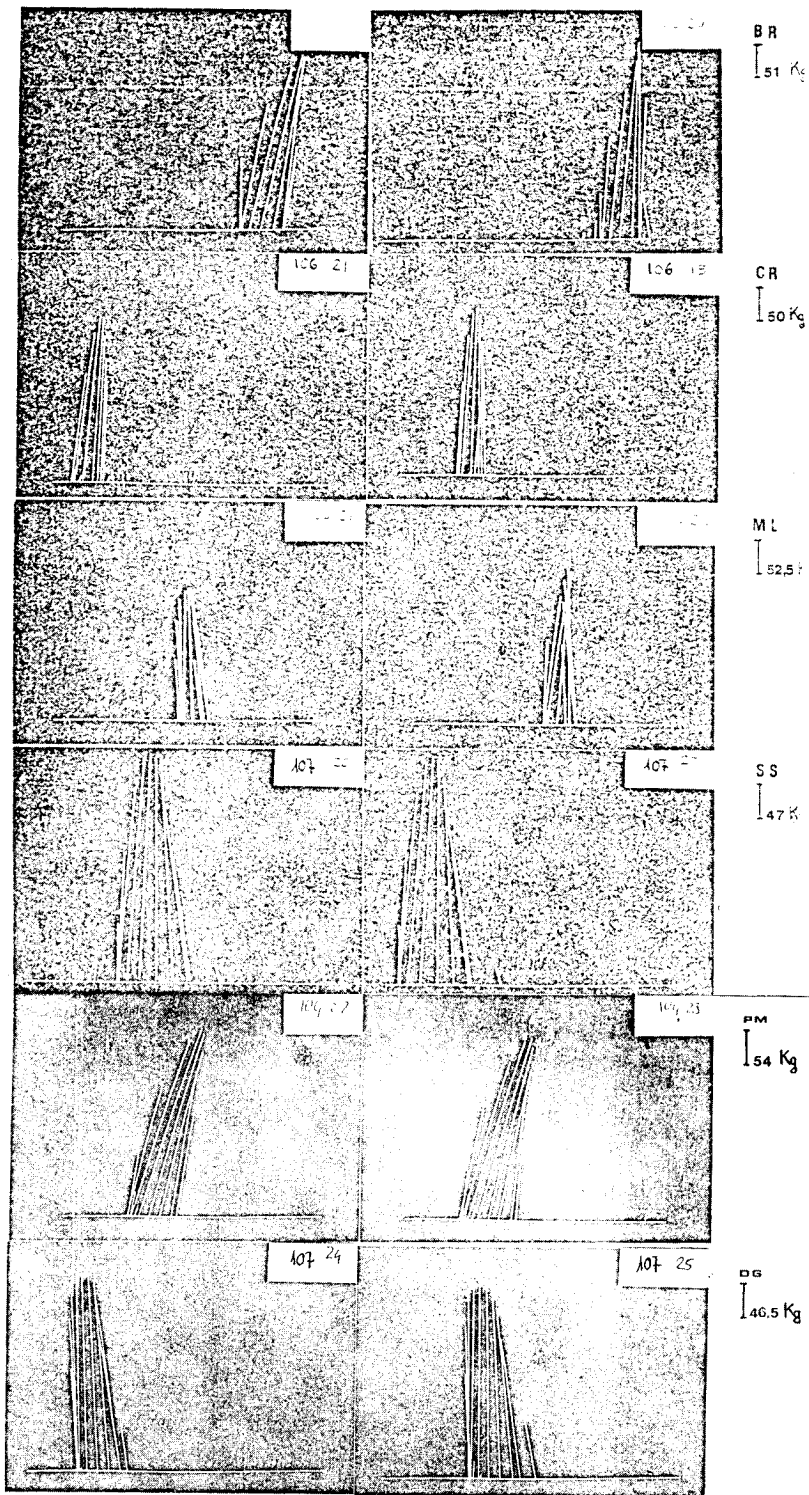
In merito a queste osservazioni si può affermare che, pur con strategie lievemente differenti, la distribuzione degli sforzi sul piede è simile per tutti i fosburisti.

— Pure qui si nota la direzione centripeta nella prima parte dell'appoggio, per diventare centrifuga nella seconda;

— l'inclinazione dei vettori dalla traiettoria centripeta a quella centrifuga della curva è ripetuto anche per gli atleti che staccano di destro (i vettori si sviluppano da sinistra a destra);

Fig. 16 «C» — Il diagramma del ventralista, che stacca di sinistro, inizia dalla parte interna del piede e termina in quella esterna. La base d'appoggio è molto limitata in quanto l'atleta arriva in pedana col piede quasi parallelo al piano sagittale. Questo comporta una riduzione della base d'appoggio, il che rende difficile la completa interpretazione del diagramma. Comunque è stato possibile notare che vi è un andamento dal punto

Diagrammi vettoriali



A

Diagrammi vettoriali

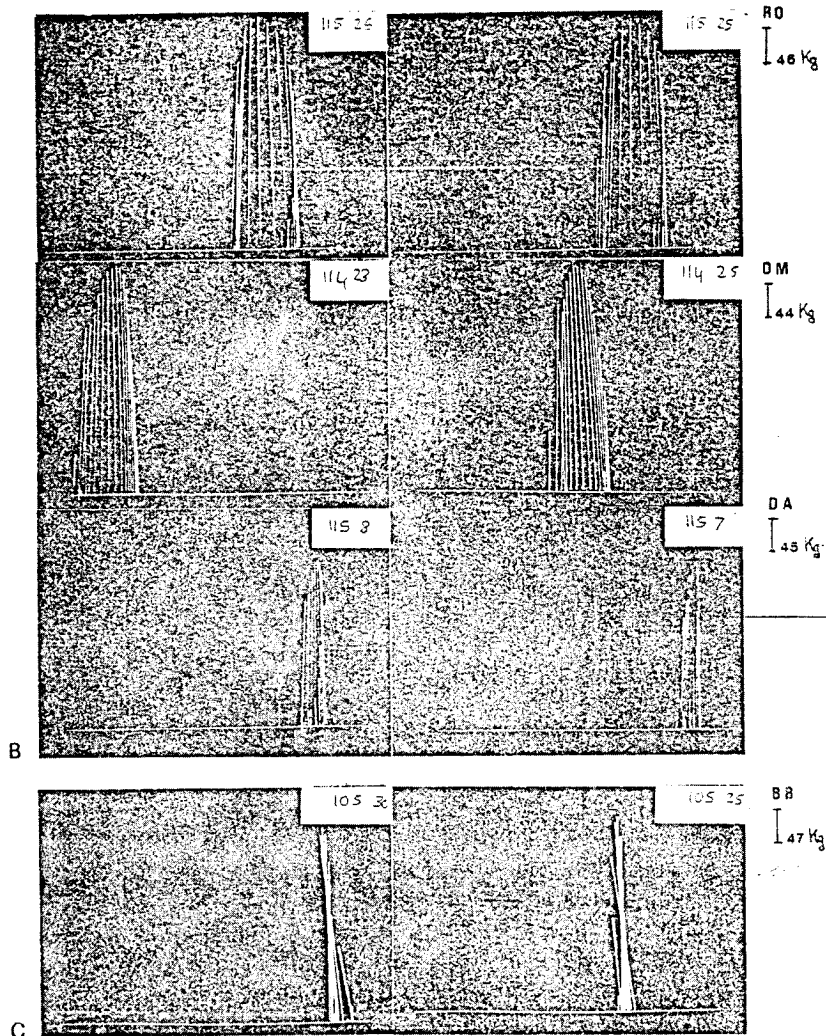


Fig. 16 - a) Diagramma vettoriale nel piano frontale di atleti fosburisti staccanti di sinistro (21 msec./vett.); b) diagrammi vettoriali nel piano frontale di atleti staccanti di destro (21 msec./vett.); c) diagramma vettoriale nel piano sagittale dell'atleta ventralista (21 msec./vett.). Per ogni atleta si sono riportati i diagrammi di due diversi salti. Frequenza di campionamento 21 msec/vettore.

d'applicazione simile ai fosburisti che staccano di sinistro, e cioè pure qui i vettori iniziano a destra e

si esauriscono a sinistra.

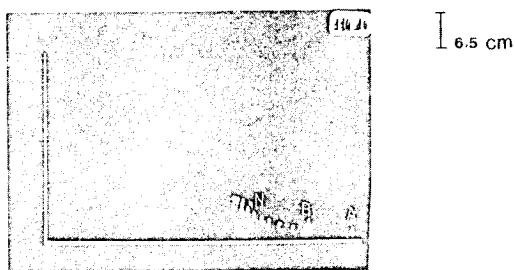


Fig. 17 - Andamento nel piano del punto di applicazione dei vettori (Discretizzazione 12,8 pun./msec.).

Fig. 17 — Per una migliore interpretazione del diagramma frontale sarà opportuno estendere l'andamento del punto d'applicazione delle forze.

Nella figura, che rappresenta la pedana vista dall'alto, le due linee bianche rappresentano il lato maggiore e minore della pedana di forza. In «A» vi è il punto d'applicazione del primo vettore, in «B» quello del secondo, e così fino all'ultimo indicato con la lettera «N» (nella parte anteriore del piede).

Se si sovrappone l'immagine del piede dell'atleta si vede dov'è andata esattamente a finire la forza durante tutta la fase d'appoggio.

Ad esempio sapendo che in «A» c'è il tallone vediamo che l'atleta agisce soprattutto sulla parte anteriore del piede, ed ha un ritorno della forza che corrisponde probabilmente ad una rotazione del piede sul terreno dovuta in molti casi all'adozione d'un particolare tipo di scarpetta o ad un personale assetto del piede.

Analisi dei diagrammi vettoriali, degli esercizi di pliometria, nel piano sagittale.

Le analisi dei diagrammi vettoriali relativi agli esercizi di pliometria risulta più complessa di quelle precedentemente condotte a causa delle differenti modalità esecutive dell'esercizio.

Difatti questo consta di una fase di partenza, in cui l'atleta si trova ad una certa altezza dal suolo, da cui si lascia cadere per rimbalzare istantaneamente verso l'alto; l'azione è compiuta a piedi uniti.

In quest'esercizio l'andamento delle forze è influenzato da due fattori:

— l'altezza di caduta, che non è stata tenuta costante per tutti gli atleti, ma adeguata al loro tipo di allenamento;

— le possibili modalità d'impatto dell'atleta sul terreno. La forza trasmessa dal soggetto al terreno è altamente influenzata dal fatto che questo eserciti o meno un'azione di ammortizzazione che è difficile da quantizzare.

Fig. 18 A, B, C. Per ogni atleta sono riportati due diagrammi che non necessariamente si riferiscono alla medesima altezza di caduta. Questi vanno letti da destra a sinistra e, per la quasi totalità degli atleti, si può notare un'elevatissima ripetitività, il che è indice d'esecuzione con schemi motori altamente riproducibili.

I diagrammi appaiono stretti in quanto l'azione pliometrica è tutta a carico dell'avampiede (anche per gli atleti D.A. e D.M., che hanno un diagramma lievemente più ampio, la maggior parte dello sforzo avviene nella parte anteriore), ma le forze esercitate sono molto grandi, difatti, grosso modo, sono applicati valori di 600 Kg. circa.

La ripetitività dei diagrammi dei vari atleti non corrisponde però ad una somiglianza molto pronunciata per tutti gli atleti, difatti in alcuni casi sono presenti differenze sensibili.

Tale fatto è probabilmente da correlarsi alle differenze nelle modalità esecutive (ad esempio nell'ammortizzamento), il che porta ad una notevole variazione di tutto lo schema di trasmissione delle forze.

Il primo vettore nasce normalmente nella zona centrale del diagramma (parte anteriore del piede), si ha quindi un ampio arretramento delle forze per poi tornare nuovamente sulla parte anteriore, verso il metatarso.

Questo significa che probabilmente l'atleta ha il primo contatto sulla parte anteriore del piede, indi, non appena i carichi aumentano e si richiede l'intervento attivo dei muscoli della gamba, si rende necessario l'arretramento del punto d'applicazione per consentire una corretta posizione degli arti per assorbire energia, per poi ritornare ancora a svolgere tutto sulla parte anteriore.

Le forze massime vengono normalmente raggiunte rapidamente nella fase iniziale (25-30 m./sec.) per poi diminuire lentamente durante la restante parte del fenomeno. I tempi d'appoggio sono compresi fra i 170 e 250 m./sec., dati relativi ad altezze di caduta fra i 45 ed i 100 cm. (dalle informazioni in nostro possesso risulta impossibile confermare la convinzione, espressa da molti allenatori, per cui l'altezza ottimale di esecuzione dell'esercizio è quella a cui corrispondono tempi di contatto col terreno di valore minimo).

Riguardo alla forza massima ed al suo valore c'è da considerare la parte del piede in cui questa viene applicata. E' dunque necessario tener presente il rapporto tra l'avampiede, l'articolazione della caviglia e l'inserzione del tendine d'Achille (distanza tra tendine ed articolazione).

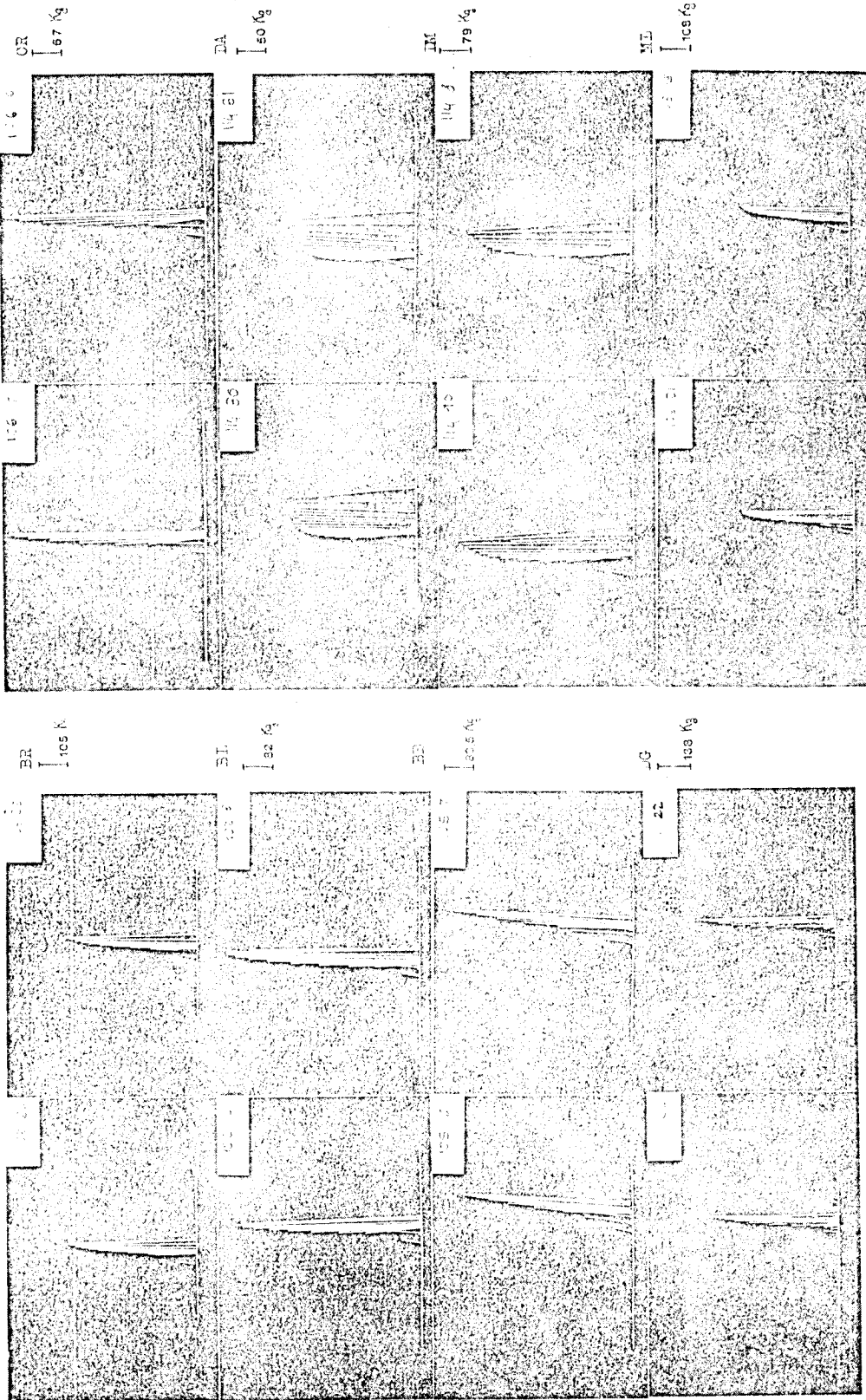
Si è visto che per un atleta di 60 Kg., che cade da un'altezza di 80 cm. ed applica una forza pari a 8.3 volte il suo peso, sul tendine della gamba (muscolo tricipite) vengono applicati 1.000 Kg. circa. Però essendo probabilmente non completamente simmetrica la ripartizione dei carichi sugli arti, è possibile che l'esercizio tenda ad enfatizzare, attraverso l'insorgere di dolori, le possibili asimmetrie scheletrico-muscolari dell'atleta.

Questo suggerisce d'ampliare l'analisi e valutare quali miglioramenti si possono ottenere da questi esercizi, ed i rischi che si possono correre nei riguardi della struttura muscolare-tendinea dell'atleta.

Tabella 3 — Ogni casella contiene il valore della media del rapporto $F_{max} / \text{peso dell'atleta}$, ed il tempo di durata dell'appoggio in m./sec.

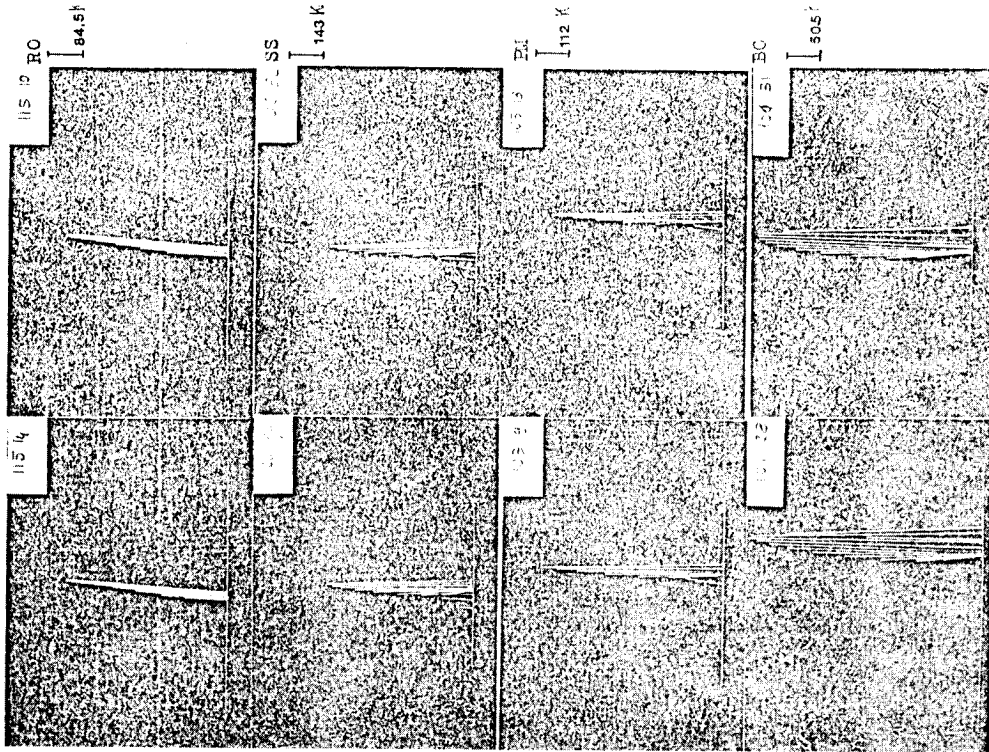
Le righe sono relative ai valori ottenuti dagli atleti esaminati, e le colonne alle misure dell'altezza della caduta.

Però la ricerca non essendo stata finalizzata a questo scopo non si ha un numero sufficiente di risultati che consenta una elaborazione statistica corretta. Però già da questi dati si può notare una notevole eterogeneità dei parametri relativi a condizioni di partenza uguali.



A
B
Fig. 18 - Diagrammi vettoriali nel piano sagittale degli esercizi di pliometria (Discretizzazione 12.8 msec/vettore).

Diagrammi vettoriali



C

Tabella III - Rapporto forza max/peso e durata dell'appoggio nell'esercizio pliometrico per ciascun atleta alle varie altezze di caduta.

| | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 cm |
|-----|------------|------------|----|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| B R | | | | | | | | | 7.2 210 | 7.6 200 | 7.6 200 | 7.6 200 | |
| B L | | | | | 7.2 | | | | | | | | |
| B B | | | | | | | 6.7 200 | | | 7.6 210 | 7.6 205 | | 6.1 210 |
| D G | | 6.5 235 | | | | | 6.3 230 | | 6.1 233 | | 6.3 240 | | |
| C R | | 6.4 190 | | | | 7.2 | | | 7.9 | | 7.6 | | |
| D A | | 3.7 275 | | | 3.4 415 | | | | | | | | |
| D M | | | | | | | | 5.2 245 | | 5.1 245 | | 5.8 225 | 6.1 225 |
| M L | | | | | | | | | 6.3 215 | 6.8 220 | 6.6 205 | | |
| R O | 5.5 237 | | | | | 6.3 220 | | | | | | | |
| S S | 2.4 200 | | | | 8.0 220 | | | | 8.7 200 | | 6.9 220 | | |
| M L | | | | | | | | | 8.1 190 | 8.3 215 | | | |

Difatti osservando ad esempio la colonna relativa agli 80 cm. di caduta, si passa da valori del rapporto F_{max}/peso da 6.10 a 8.7 e di durata dai 190 ai 233 m./sec.

Risultati simili, qualora venissero confermati da un'analisi più completa, che implichi la valutazione di altre grandezze quale l'integrale delle forze, potrebbe suggerire che la pliometria potrebbe rappresentare un indice della coordinazione muscolare di soggetto, e quindi utile anche come test valutativo dello stato di forma, o di verifica, di certi programmi di allenamento.

Fig. 19 — Per meglio interpretare la tabella 3 si può analizzare la fig. 19 in cui risultano i grafici relativi ad ogni singolo atleta.

In ascissa sono segnati i valori delle altezze di partenza, in ordinata quelli del rapporto di forze max (linea continua) e della durata dell'appoggio (linea tratteggiata). Come si può notare non esiste un'unica forma di esecuzione, ma c'è tendenza, in generale, (8 casi su 10, esclusi D.M. e S.S.) ad una chiara correlazione tra gli andamenti delle sue grandezze: al crescere di una corrisponde la diminuzione dell'altra e viceversa per una inversione di tendenza (Forza e Tempo tendono ad avere andamenti divergenti, differenti).

Analisi dei diagrammi vettoriali, del «Sergent test», nel piano sagittale

Quest' esercizio prevede una fase di preparazione in cui l'atleta, dopo aver misurato l'altezza che può raggiungere con la mano a braccio disteso in alto dalla posizione eretta, talloni a terra, si mette in posizione di semiaccosciata con le braccia per basso dietro, indi, partendo da fermo, esegue un balzo verticale verso l'alto cercando di raggiungere con la mano, braccio sempre disteso in alto, la massima altezza. La differenza fra questa quota e quella iniziale dà il parametro di valutazione dell'esercizio. Non tutti gli atleti sono partiti direttamente dalla posizione di semiaccosciata, ma in qualche caso hanno fatto precedere tale fase da un ondeggiamento all'indietro del corpo, oppure da movimenti di assestamento delle braccia.

Fig. 20 — La lettura dei diagrammi va fatta da destra a sinistra (escluso l'atleta B.L.). La loro analisi evidenzia tra forme caratteristiche:

— gli atleti D.A., C.R., S.S., R.O., B.L., D.M., e P.M. evidenziano, dopo una fase dove è presente un numero più o meno elevato di vettori pressoché uguali al loro peso, un rapido spostamento dal punto d'applicazione verso i talloni

accumunando a quest'azione un abbassamento del baricentro che dà luogo ad una riduzione dell'ampiezza dei vettori.

Quando la reazione ha raggiunto l'estremità destra (sinistra per B.L.) vi è un altrettanto rapido trasferimento dei carichi verso l'avampiede; è appunto in questa zona che vengono esercitate le forze di maggior intensità per il periodo in cui tutta l'azione di sollevamento del baricentro è a carico dell'avampiede interessando quindi quasi esclusivamente il muscolo tricipite della gamba.

— Alquanto differente è la strategia adottata dagli atleti M.L., D.G. e B.R. Essi pur mostrando il classico arretramento del punto d'applicazione raggiungono molto rapidamente valori di forza quasi massimale nella zona sottoastragale, per poi presentare un rapido spostamento dei carichi verso l'avampiede, e su questo concludere l'azione con valori di forza massima.

Ciò può suggerire due precisi e differenziati interventi muscolari:

- il primo, inizialmente a carico degli estensori del ginocchio, muscoli vasti, corrispondente alle forze sottoastragali, e successivamente quelli del tricipite, difatti raggiungono due massimi;
- Il secondo a carico del soleo gastrocnemio corrispondente alle forze localizzate sull'avampiede.

Guardando tutti gli esperimenti nel loro contesto queste affermazioni corrispondono anche a stili differenti di esecuzione del salto

— Infine l'atleta B.B. utilizza un tipo di dinamismo sensibilmente differente dagli altri. Infatti raggiunge, come B.R. è ed M.L., la massima ampiezza dei vettori in due fasi distinte, intervallate da un minimo relativo dell'involuppo dei vettori nella zona esterna del piede. E' difficile formulare una corretta e definitiva interpretazione di questa dinamica. Si può comunque pensare che essa sia correlata al tipo di meccanismi acquisiti dall'atleta con l'adozione dello stile ventrale. Purtroppo mancando indicazioni relative ad altri ventralisti, non è possibile effettuare un necessario confronto di verifica.

E' comunque un dato significativo che sia stato quest'atleta ad ottenere la migliore differenza di quota (25% in più degli altri migliori risultati). Riguardo a queste prime indicazioni ci sembra corretto suggerire, per una più approfondita analisi dell'esercizio dell'elettromiografia telemetrica al fine di poter identificare esattamente gli interventi muscolari.

Inoltre sarebbe necessario imporre agli atleti una condizione di partenza che li obblighi ad un'azione il più possibile standardizzata.

Diagrammi vettoriali

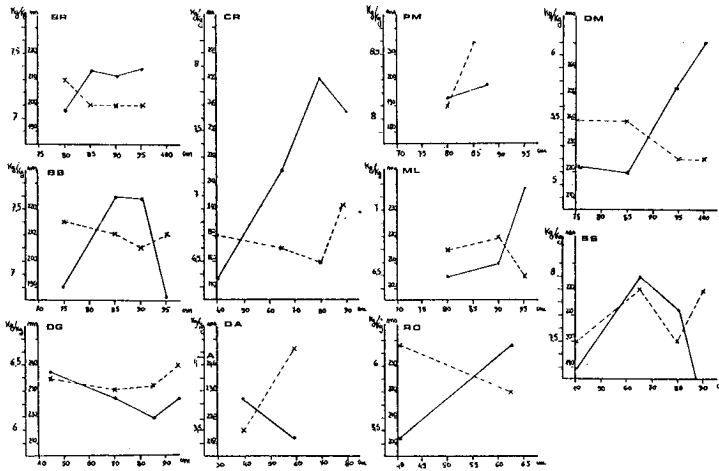
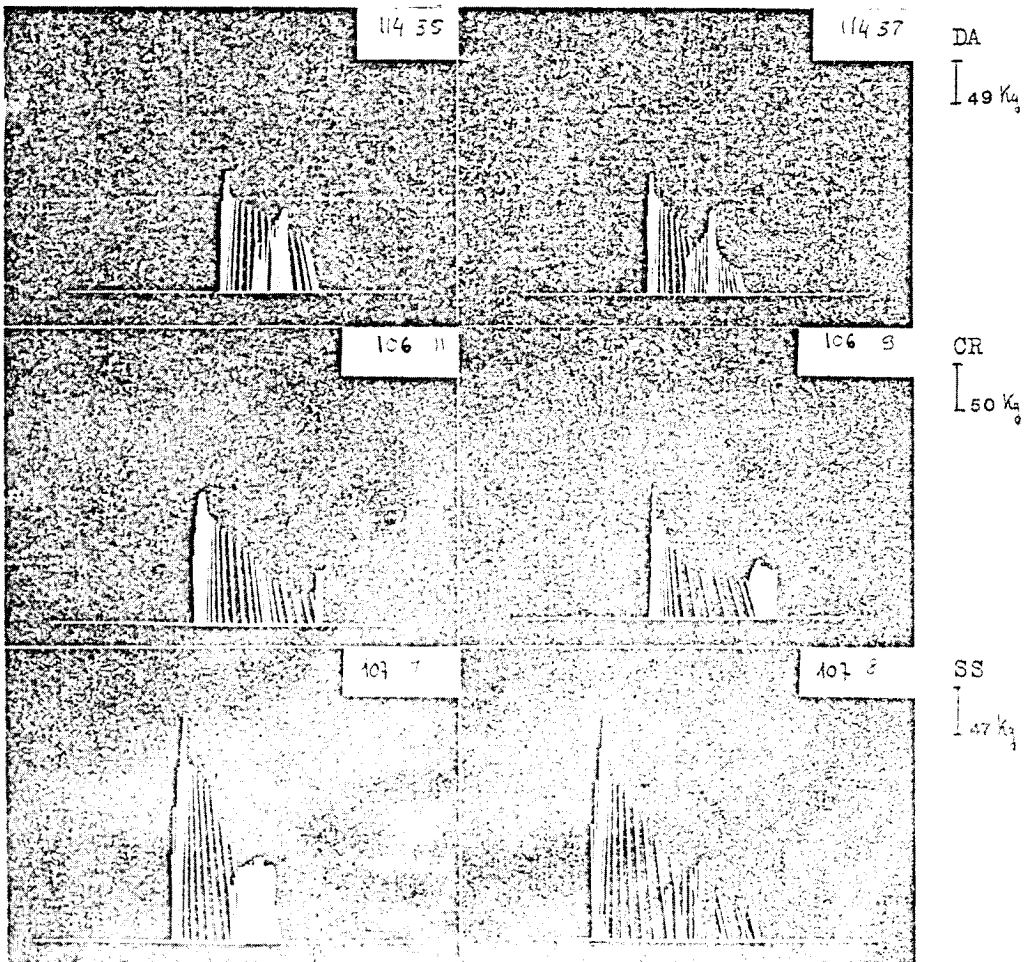
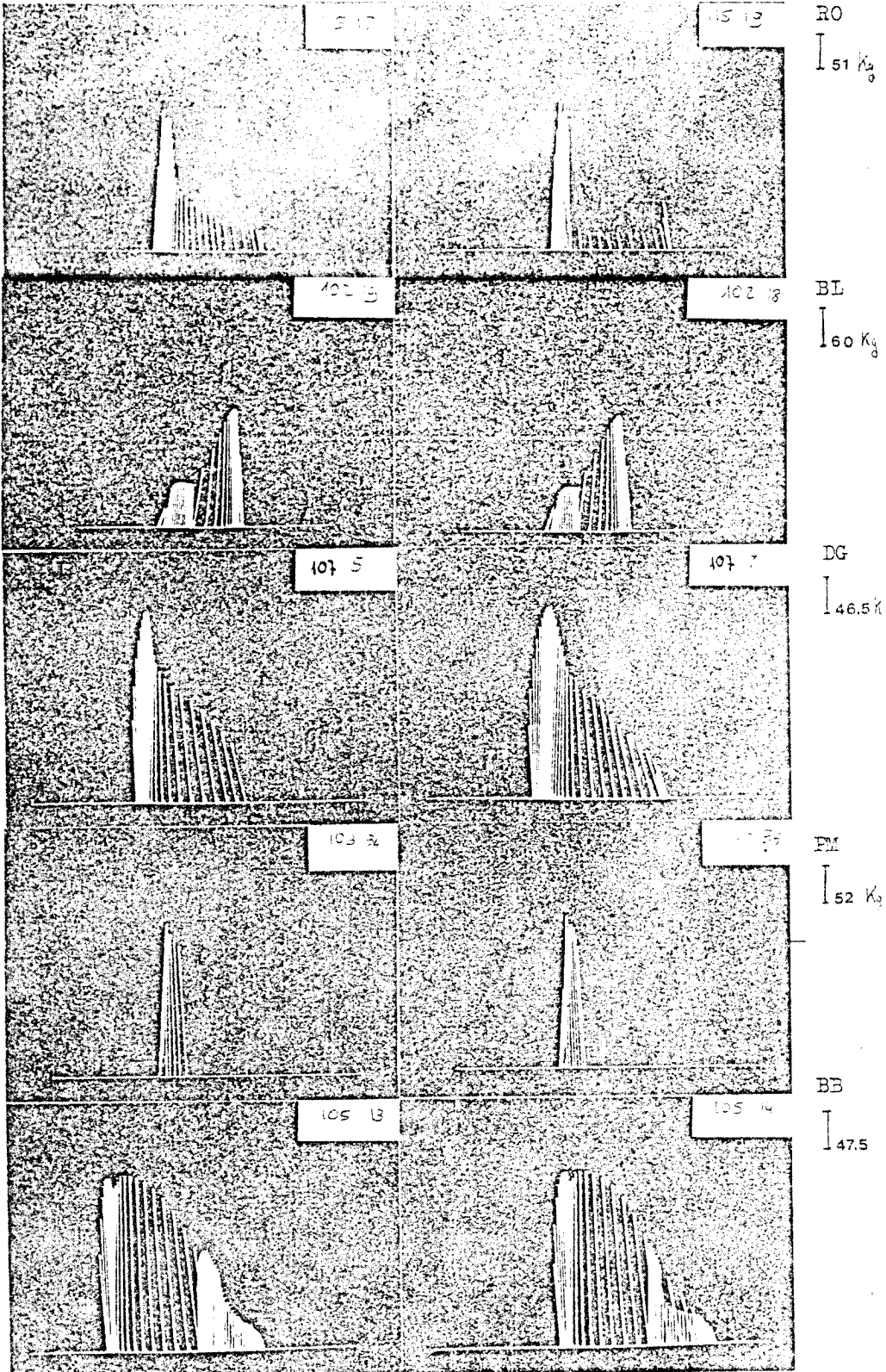


Fig. 19 - Grafici dell'andamento della forza massima e della durata dell'appoggio in funzione dell'altezza di caduta pliometrica.



Diagrammi vettoriali



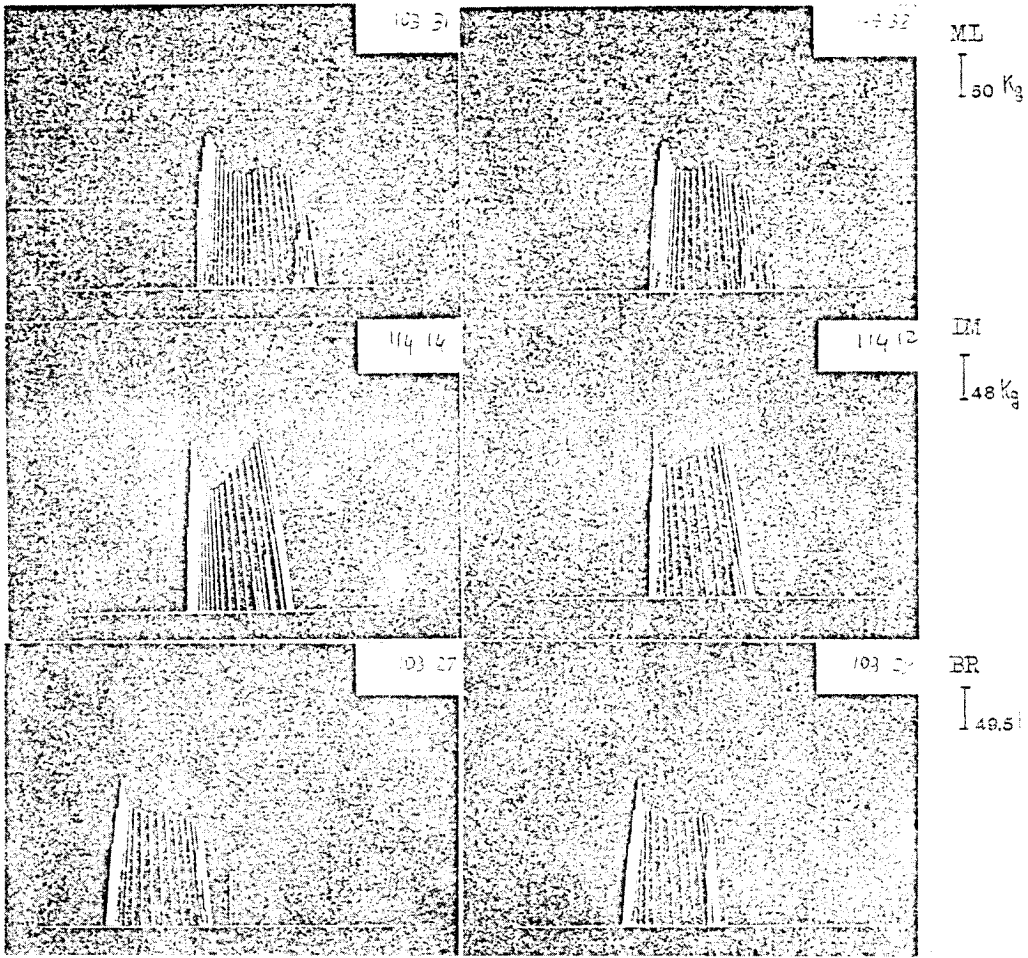


Fig. 20 - Diagrammi vettoriali nel piano sagittale degli esercizi del sergent test (Discretizzazione 12.8 vett/msec.). Il diagramma dell'atleta B. L. va letto da sinistra a destra.

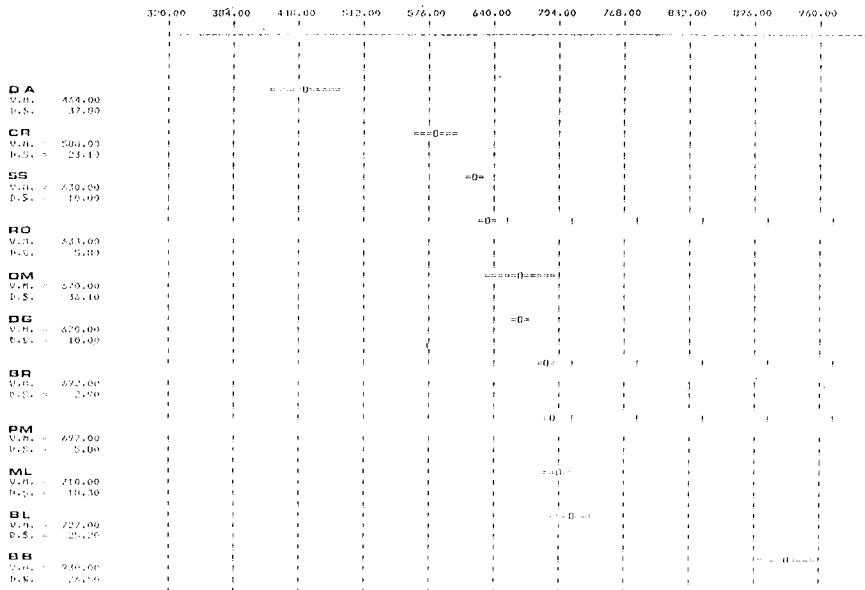


Fig. 21 - Grafico del valor medio e della deviazione standard della differenza di quota ottenuta con il sergent test.

RAPPORTO FORZA MASSIMA/PESO SOGGETTO SERGENT TEST

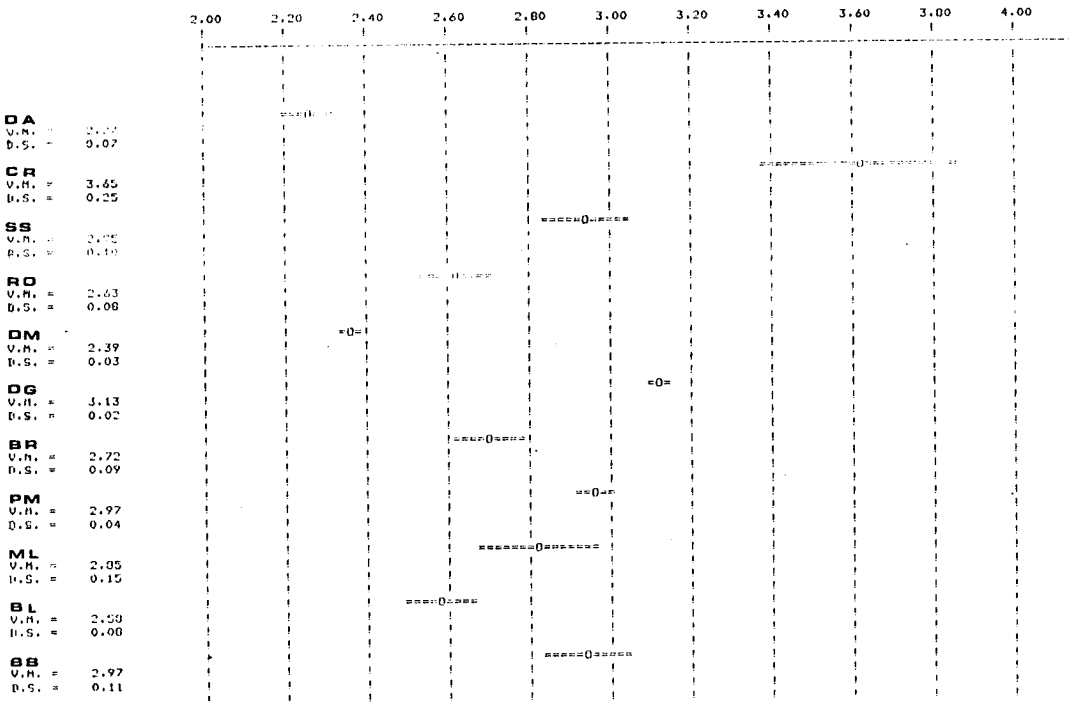


Fig. 22 - Grafico del valor medio e della deviazione standard del rapporto fra forza massima e peso dell'atleta ottenuti durante il sergent test.

Fig. 21 — La figura riporta per ciascun atleta il valore medio della grandezza ottenuta e la sua deviazione standard. Questa elaborazione è stata compiuta su tre misure per ciascun atleta. Come si può notare esiste un addensamento di soggetti nella fascia compresa fra i 60 ed i 75 cm. Fanno eccezione l'atleta D.A., che si trova al di sotto dei 50 cm., e B.B., che ha ottenuto valori di circa 93 cm.

Fig. 22 — Questa tabella riporta il valore medio e la deviazione standard del rapporto fra forza massima e peso dell'atleta.

La distribuzione dei risultati risulta alquanto dif-

ferente da quella precedente, se si tiene conto che gli atleti sono stati ordinati come in fig. 21. Infatti vediamo che non esiste una diretta relazione fra forze massime ed altezze ottenute se non per l'atleta D.A. (bassa forza max, basso valore di altezza), e per B.B. (valori di forza massima medio-alti, ma ottenuti due volte per un medesimo salto e valore di altezze molto elevato).

Naturalmente per poter trarre delle conclusioni più precise è necessario, pure qui, estendere le misurazioni ad altre grandezze quali la durata della fase attiva e l'integrale delle forze sviluppate.

Indirizzo degli Autori:

Prof. Antonio Pedotti
 Prof. Renato Rodano
 Centro di Bioingegneria
 Via Gozzadini, 7
 20148 MILANO