

Velocità per i salti in estensione: proprietà muscolari o trattamento cognitivo?

Alberto Madella

INTRODUZIONE

La velocità sviluppata nella fase di rincorsa dei salti in estensione è considerata come uno dei principali presupposti della prestazione in queste specialità. Su questa nozione sono basate in larga parte le metodologie dell'allenamento specifico dei saltatori, come pure le procedure stesse di selezione dei possibili talenti. Conseguentemente, una parte assai rilevante del carico di allenamento sostenuto dai saltatori in estensione di tutte le età e livello è mirata ad incrementarne la velocità orizzontale e le capacità motorie (forza rapida, elasticità muscolare) che ne costituiscono lo specifico presupposto, anche utilizzando mezzi non specifici.

Le esperienze pratiche condotte sul campo e i risultati di alcune limitate ricerche scientifiche condotte anche nell'ambito della regolazione del movimento (Lee e Thompson 1982; Laurent et al. 1985; Hay e Koh 1988), inducono tuttavia a ritenere che la relazione tra velocità orizzontale e prestazione di salto, da sola, non costituisca la variabile migliore o comunque la più discriminante per predire in modo soddisfacente la misura finale reale del salto. Ciò, d'altra parte, è confermato dall'uso frequente che gli addetti ai lavori fanno dell'espressione **"massima velocità controllata o controllabile"**. Quest'ultima viene infatti indicata dagli allenatori e dagli autori dei principali testi tecnici come il vero presupposto determinante della prestazione in

queste discipline, data la necessità di innestare al momento dello stacco e del volo delle azioni volontarie complesse su una velocità orizzontale molto elevata. Nonostante questa opinione sia largamente condivisa, a questa problematica non sempre è stata dedicata una sufficiente attenzione specifica, tanto nei lavori di ricerca che nelle conseguenze didattiche e nella stessa formazione degli allenatori.

I coefficienti di correlazione riportati in letteratura tra lunghezza del salto reale e velocità orizzontale registrata nella fase finale della rincorsa (in genere rilevati durante gli ultimi 5-6 m) hanno tendenzialmente valori molto elevati, soprattutto se consideriamo le migliori prestazioni dei singoli atleti e se includiamo nella popolazione analizzata nel calcolo atleti di diverso livello di qualificazione.

I valori delle correlazioni scendono invece di parecchio - come appare del resto prevedibile - quando vengano analizzati più salti dello stesso atleta, vengano studiati gruppi omogenei come livello di prestazione e velocità orizzontale e vengano utilizzate tecniche statistiche più sofisticate e idonee come tenteremo di fare in questo studio.

Che esistano differenze nella prestazione nello stesso soggetto è un dato evidente, se non banale, che però non è stato sufficientemente analizzato nella ricerca sul campo, molto più attenta in genere alle differenze che esistono tra i diversi atleti o i diversi livelli di prestazione che non a quelle

che producono variazioni nei risultati nello stesso atleta. Gli allenatori, e in numerosi casi anche i ricercatori, hanno attribuito queste differenze a fattori come la tecnica di volo, l'angolo di stacco, l'efficienza dell'atterraggio (a cui Hay ad esempio nel suo modello del salto a 3 fasi ha attribuito il 12% circa della misura totale del salto, 1985). Ancora più spesso, nella letteratura scientifica, tali differenze sono state attribuite alla riduzione o perdita di velocità orizzontale che si realizza al momento del contatto con la tavoletta, spiegata con le modalità di impostazione dello stacco per effetto di proprietà o caratteristiche specifiche della muscolatura dell'atleta coinvolta nell'azione di stacco. Tuttavia, appare difficile sostenere che nel corso di una stessa competizione o di gare svolte a breve distanza di tempo tali proprietà muscolari possano venire profondamente modificate. Inoltre ciò non dà adeguato conto ai dati, già pubblicati da alcuni ricercatori e confermati, come si vedrà, in questo studio, che evidenziano spesso riduzioni e variazioni marcate di velocità orizzontale e dei relativi tempi e lunghezze del volo negli ultimi 4-5 appoggi della rincorsa e non solo dal penultimo all'ultimo come affermano alcuni autori.

In alcuni casi ciò è stato attribuito ad una eccessiva fatica e quindi ad una lunghezza eccessiva della rincorsa, ma tale spiegazione non appare affatto convincente rispetto ad altre ipotesi che attribuiscono la priorità proprio a fattori di natura cognitiva e in particolare modo ad un trattamento dell'informazione visiva (in serie a quella propriocettiva) mentre l'atleta si sposta ad altissima velocità sulla pedana.

L'ipotesi che in questo studio viene sostenuta è che variabili, come le proprietà muscolari e la semplice velocità orizzontale finale, pur risultando ovviamente influenti sulla prestazione finale del salto, non sono sufficienti a dare conto delle differenze prestative che quindi debbano essere

anche ricondotte a fenomeni di natura informazionale e alle modalità e qualità del trattamento cognitivo di tali informazioni, di cui è capace l'atleta durante la corsa man mano che si avvicina all'asse di battuta. Ciò, d'altra parte, è conforme a quanto ogni allenatore ha constatato quando ad esempio cerca di fornire delle correzioni ad un atleta che abbia realizzato un salto nullo o staccato prima dell'asse di battuta. In casi come questi non è sufficiente spostare meccanicamente di una misura equivalente allo scarto dalla fine della tavola di stacco, il punto di partenza della rincorsa per essere certi di ottenere una battuta più precisa o sicura. Anzi in alcuni casi, non limitati solo ai principianti, ciò produce maggiori difficoltà nella gestione stessa della rincorsa.

E' possibile ipotizzare quindi che nonostante la rincorsa dei salti in estensione sia stata definita in passato soprattutto come un'abilità motoria di tipo chiuso (*closed skill*) e molti allenatori insistano continuamente sulla necessità di effettuarla in modo uniforme, in realtà durante alcune delle sue fasi si realizza un intenso trattamento cognitivo di parametri percettivi, prevalentemente di tipo visivo. Attraverso l'allenamento e la gara, si può ritenere che tale trattamento cognitivo si strutturi in una vera e propria **strategia di gestione della rincorsa**. Questa strategia cognitiva è stata delineata già da diversi anni da Lee, Thompson e Lishman (1982). Sulla base di uno studio davvero innovativo, condotto sistematicamente su tre atleti, essi hanno affermato che i saltatori utilizzino informazioni visive per regolare l'ampiezza dei passi nella parte finale della rincorsa dopo avere effettuato una prima parte che invece è essenzialmente basata su un controllo pre-programmato e automatico; questa ipotesi è conforme ad alcune affermazioni avanzate nel quadro del paradigma ecologico della regolazione dei movimenti (Gibson 1979). Suc-

cessivamente Maray e altri hanno analizzato anche il salto triplo sulla base di una simile prospettiva (1993), ma molti aspetti legati ad esempio al controllo della velocità e della frequenza dei movimenti rimangono tuttora inesplorati.

Lee, Thompson e Lishman hanno ipotizzato in particolare che soltanto la prima parte della rincorsa sia pre-programmata (quindi stereotipata e corrispondente al profilo delle *closed skills*) e che la parte finale sia soggetta a trattamento e aggiustamento cognitivo in avvicinamento all'asse di battuta. Di conseguenza secondo Lee, Thompson e Lishman, la rincorsa sarebbe in effetti composta di una fase in cui il controllo visivo è limitato e di una fase di aggiustamento che lo coinvolge assai notevolmente, proseguendo su questo filone di indagine, Hay ha affermato che l'inizio di questa fase di trattamento cognitivo della rincorsa avviene in corrispondenza del quintultimo appoggio della stessa (1988) sia pure con variazioni che possono essere individuate attraverso delle specifiche tecniche di analisi e di raccolta dei dati.

L'obiettivo di questo lavoro è quindi quello di evidenziare ulteriormente tali modalità cognitive di gestione della rincorsa e alcune loro conseguenze operative sul piano didattico dell'insegnamento dei salti in estensione e in particolare del collegamento tra rincorsa e stacco. Le implicazioni pratiche di queste problematiche sono certamente assai significative: gli allenatori dei salti in atletica infatti dedicano soprattutto in gara la maggior parte dei loro interventi correttivi soprattutto alle modalità della rincorsa degli atleti. Ne deriva che una maggiore comprensione dei fenomeni in essa coinvolti appare certamente utile per migliorare l'effetto di queste correzioni.

METODOLOGIA

La ricerca ha utilizzato due metodologie di indagine differenti:

a) un'analisi secondaria preliminare condotta su dati già raccolti da altri ricercatori (oltre 150 atleti di entrambi i sessi per un totale di circa 470 salti distribuiti nelle specialità del lungo e triplo;

b) un'analisi descrittiva originale condotta direttamente sul campo relativamente al comportamento in rincorsa di 16 atleti di ambedue i sessi e di diverso livello di prestazione che sono stati studiati attraverso l'analisi cinematografica e l'utilizzo di markers specifici. Le caratteristiche del gruppo di atleti analizzato sono riportate nella tabella n.1

Tabella n. 1 - Caratteristiche degli atleti inseriti nello studio 2

Variabili	Minimo	Massimo
Età	17	24
Prestazione lungo	5,74	7,08
Prestazione triplo	12,94	16,04
Anni di attività	4	17

I salti sono stati analizzati con riferimento a diversi parametri tra i quali, la gestione della velocità della rincorsa e dell'ampiezza del passo, la frequenza nei diversi salti, la relazione tra velocità orizzontale e lunghezza del salto e le variazioni di ampiezza e quindi lunghezza della rincorsa nei vari tentativi della competizione e delle prove prima della competizione. In questo intervento, sono però riportati soltanto alcuni tra i dati rilevati con le relative elaborazioni.

Con riferimento alle scelte metodologiche che sono alla base di questo lavoro, e dinanzi a possibili dubbi sul ridotto numero di atleti studiati, è opportuno avanzare una considerazione di carattere metodologico. La ricerca applicata allo sport si è dedicata di preferenza a studi su campioni composti da numerosi soggetti di cui venivano analizzate poche variabili trattate di preferenza con tecniche di tipo

correlazionale e multivariato. E' nostra opinione invece che per realizzare un reale progresso e attribuire alla ricerca applicata allo sport una maggiore possibilità di dialogo e impatto pratico sugli allenatori sia preferibile lavorare su grandi quantità di dati e variabili raccolte in tempi diversi anche su pochi atleti o anche su uno soltanto, adottando tecniche statistiche opportune (es. time series).

RISULTATI

Studio 1

E' stata analizzata preliminarmente l'ampia letteratura già esistente a livello scientifico sulla variabilità registrata in alcuni parametri della prestazione dei saltatori in estensione. Questi dati sono stati raccolti da fonti assai diverse in occasione di grandi competizioni internazionali, inclusi Giochi olimpici e campionati del mondo. La variabilità delle fonti può dare luogo a qualche incertezza sulle modalità specifiche con cui i dati stessi sono stati raccolti, attraverso l'analisi cinematografica o il rilevamento diretto dei parametri cinematici in gara. Sono comunque stati esaminati 470 salti, per un totale di 165 atleti con riferimento alle relazioni tra velocità orizzontale e lunghezza del salto. Il coefficiente di correlazione tra velocità orizzontale e misura individuato è stato di $r = 0,90$, calcolato su tutto il gruppo e quindi senza tenere conto né del sesso, né del livello di prestazione.

Se però passiamo a considerare solo gli atleti di livello più elevato (ad es. sopra i 16 m nel triplo maschile, sopra i 7,80 nel lungo maschile e sopra i 6 m nel lungo), i coefficienti di correlazione scendono notevolmente, risultando compresi tra $r=0,58$ nel triplo maschile e $r=0,62$ nel lungo maschile, conformemente a quanto del resto già trovato da Hay nel 1985 che aveva calcolato un coefficiente di correlazione tra la velocità allo stacco e il risultato del salto valido pari a

$r=0,49$ in saltatrici di alto livello.

Ciò significa che in questo modello di analisi, la prestazione finale del salto è spiegata per il 25%-30% dalla velocità orizzontale, se consideriamo atleti di livello omogeneo per i quali un incremento della velocità orizzontale non si traduce automaticamente in un aumento di prestazione.

I risultati assumono un interesse ancora maggiore se consideriamo l'analisi delle variazioni intraindividuali tra diversi salti effettuati dallo stesso atleta; in questa occasione ci limiteremo a citare i risultati calcolati su alcuni soggetti per i quali si dispone di un numero sufficientemente elevato di salti per calcolare delle correlazioni: ad esempio nel salto triplo, per Mike Conley il coefficiente di correlazione tra velocità di stacco e lunghezza del salto calcolato è pari a $r = -0,75$ ovvero una correlazione negativa, per cui sembrerebbe che, almeno nei salti considerati, maggiore è la velocità più corto è il salto. Va detto che la velocità di Conley al momento dello stacco è mediamente di 10,45 m/s ($d.s.=0,20$), la velocità minima di 10,10 m/s e quella massima di 10,78 m/s con un coefficiente di variazione pari all'1,92%. Sono stati individuati coefficienti di correlazione per tutti gli atleti con un numero di salti sufficientemente elevato che hanno mostrato una variazione piuttosto notevole con coefficienti di correlazione generalmente più elevati per le donne che per gli uomini pur con un notevole spettro di variazioni (es. Sakirkin $r = 0,39$, Vokuhl $r = -0,42$). Nel complesso circa il 32% dei coefficienti calcolati aveva valore negativo e nel 54% non assumeva valori rilevanti ai fini predittivi.

Interessante è anche il valore della correlazione tra lunghezza del salto e distanza persa e velocità del salto che nel salto triplo è stata valutata in $r = -0,44$. E' chiaro che ben pochi allenatori considerano la prestazione di gara semplicemente come un puro esito della velocità orizzontale sviluppata durante la rincorsa, ma questi dati

sembrano confortare l'idea che il ruolo dei meccanismi di controllo e di regolazione sia particolarmente significativo ai fini del successo. Ciò spinge ad analisi più dettagliate e specifiche su singoli individui quali quelle condotte nello studio n. 2.

Studio 2

Data la scarsa ricchezza di dati pubblicati in letteratura che forniscano una gamma sufficientemente ampia di parametri utili a valutare meglio l'ipotesi di partenza è stato condotto uno studio originale con saltatori in attività. Sono stati analizzati a tale scopo 16 atleti di diverso livello di prestazione, sia uomini che donne praticanti i salti in estensione. Alcuni di essi erano di buon livello nazionale, altri solo di livello regionale, ma questa variabilità non pregiudica la validità dello studio che non intendeva essere uno studio rappresentativo ma piuttosto orientato a capire meglio la variabilità intraindividuale. Di ciascun atleta sono stati filmati da 3 a 6 salti con due telecamere a 72 fotogrammi al secondo e successivamente analizzati alcuni parametri relativi alla rincorsa sia nella fase finale che nella fase precedente. Nel complesso sono stati analizzati in grande dettaglio i comportamenti individuali dei 16 atleti nelle fasi finali della rincorsa anche se solo alcuni di essi (6 per il lungo e 4 per il triplo) saranno analizzati in questo lavoro.

Per ciascun atleta sono stati registrati i parametri di lunghezza totale del salto e della rincorsa, nonché gli scarti rispetto ad un segnale di riferimento posto a 15 m di distanza dall'asse di battuta e ovviamente la distanza perduta in centimetri rispetto all'asse di battuta.

Nel salto in lungo sono stati inclusi nel gruppo sia maschi che donne. Queste ultime erano di standard più elevato, dal momento che sono stati presi in considerazione risultati ottenuti da atlete con record personali compresi tra m 6,23 e 5,71 e salti con

lunghezza effettiva compresa tra m. 6,12 e 5,51, includendo anche salti nulli di cui è stata misurata la distanza effettiva.

Per queste ultime è interessante evidenziare che la velocità negli ultimi 4 appoggi della rincorsa non appare stabile e che i comportamenti individuali sono molto diversi: in media appare che sul campione da noi analizzato la massima velocità orizzontale si rileva tre o quattro appoggi prima dello stacco con i seguenti valori medi e di variabilità (tabella 2):

Tabella n. 2 - Valori di variabilità negli appoggi finali della rincorsa per gli atleti inseriti nello studio 2

Appoggio	Velocità media (m/s)	Deviazione standard	Coefficiente di variazione
quartultimo	8,50	0,47	5,6%
terzultimo	8,55	0,48	5,6%
penultimo	8,44	0,29	3,5%
ultimo	7,99	0,50	7,2%

E' interessante notare che dal punto di vista delle velocità si è rilevata una notevole variabilità al momento dello stacco e del terzultimo e quartultimo appoggio, mentre i valori relativi al penultimo appoggio sembrano più omogenei, come si evidenzia dall'analisi della fig. 1 che li rappresenta.

La variabilità complessiva tra le atlete considerate è piuttosto elevata ed è interessante notare che è stata riscontrata una correlazione superiore tra la lunghezza effettiva del salto e la velocità del terzultimo appoggio ($r=0,76$), che appare significativa anche dal punto di vista statistico ($p < 0,01$). Ciò lascia pensare che coerentemente, all'ipotesi iniziale, gli ultimi due o tre appoggi siano orientati essenzialmente alla preparazione dello stacco e che ciò determini notevoli riduzioni di velocità che arrivano in alcuni casi fino al 12,2%. Sono stati anche analizzati i dati relativi alle variazioni di lunghezza del

passo e del volo, calcolate queste ultime attraverso le coordinate orizzontali del baricentro allo stacco e le coordinate del baricentro al momento dell'impatto. Tali dati sono riportati sia per le donne che per gli uomini inclusi nello studio nelle tabelle n. 3 e n. 4. Tali tabelle evidenziano chiaramente che esiste una minore variabilità dei dati relativi all'ultimo passo che mostra in questo gruppo di atleti un comportamento più omogeneo, rispetto al terzultimo e al quartultimo appoggio nel quale si registra la mag-

giore variabilità in termini di lunghezza del passo (cfr fig. 2). I dati della frequenza dei passi (qui non riportati analiticamente) mostrano invece una leggera diminuzione della frequenza della corsa nel quartultimo e nel terzultimo passo di rincorsa, mentre in genere l'ultimo presenta in alcuni soggetti un notevole incremento di frequenza.

Con riferimento al salto triplo, è stata introdotta una rilevazione supplementare, ovvero quella relativa alla stabilità degli appoggi nella parte centrale e finale della rincorsa, con particolare riferimento all'ipotesi che la rincorsa sia divisibile in una parte preprogrammata e in una parte finale trattata visivamente.

Nella figura n.3 sono riportate le deviazioni standard di quattro atleti negli ultimi 6 passi della rincorsa fino allo stacco, che mostrano in modo abbastanza evidente come la variabilità della rincorsa assuma valori particolarmente elevati nel sestultimo e

nel quintultimo appoggio, ma si conservi alta anche oltre. Purtroppo la mancanza di dati per gli appoggi precedenti al sestultimo rende difficile valutare l'evoluzione in tutta la rincorsa di tali modalità di aggiustamento strategico, che comunque appare abbastanza evidente sulla base dei dati.

CONCLUSIONI

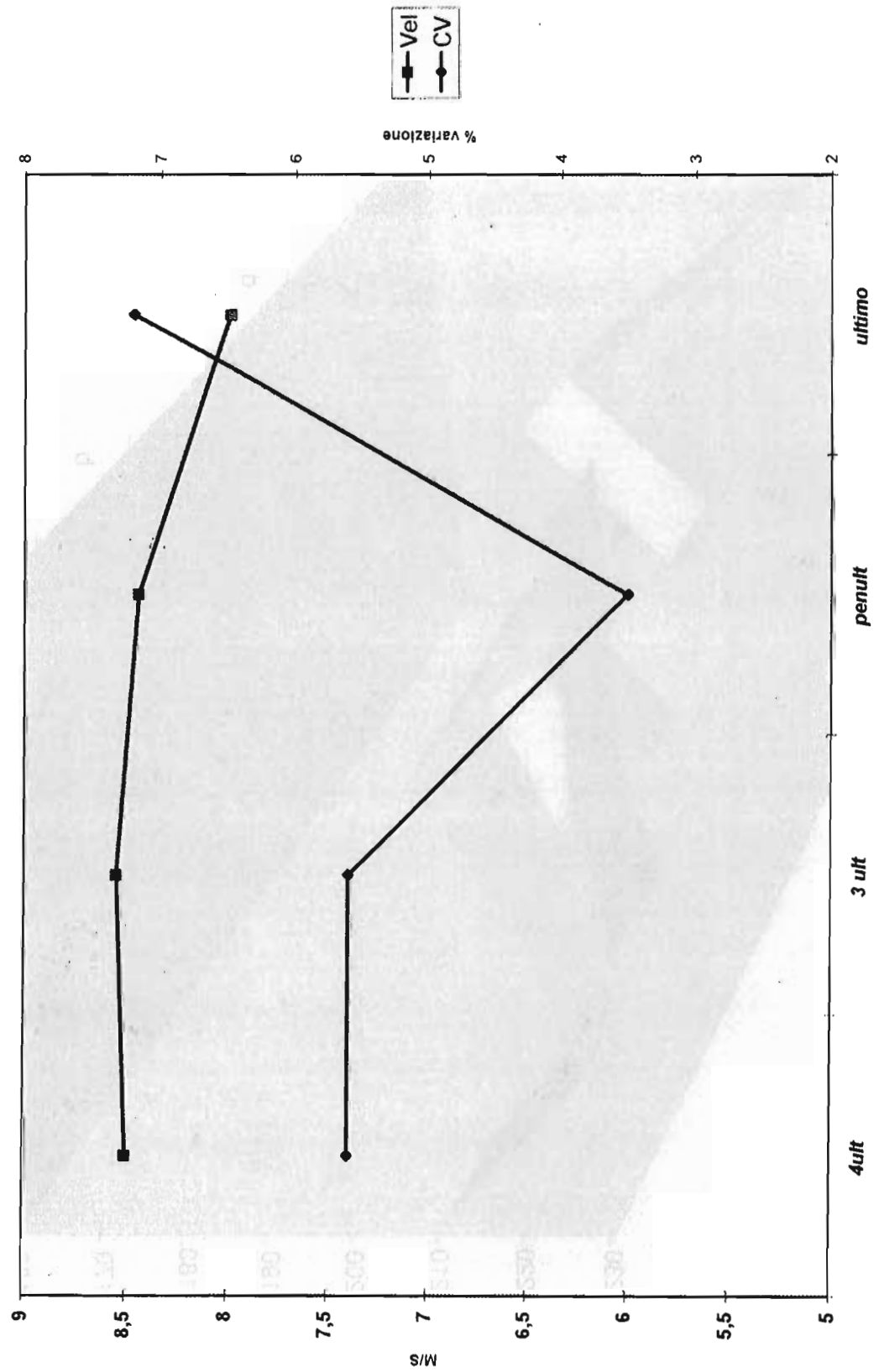
I risultati confermano che a tutti i livelli di qualificazione tecnica esiste una elevata variabilità intraindividuale della prestazione. Tale variabilità della prestazione si presenta però in forme molto diverse da soggetto a soggetto ed è collegata a diverse modalità di aggiustamento della rincorsa, sia in termini di ampiezza che gestione della velocità e quindi della frequenza, in corrispondenza dell'afflusso di diversi tipi di informazione attraverso i canali sensoriali. In particolare sembra che gli atleti di più alto livello di prestazione inizino in anticipo il trattamento cognitivo della velocità di rincorsa, pur esistendo notevoli variabilità interindividuali anche da questo punto di vista (coefficienti di variazione nella precisione dello stacco molto elevati). Anche le informazioni di natura propriocettiva e non solo quelle visive, sembrano rilevanti dato che le condizioni di velocità, forza, etc., nelle quali atleti di diverso livello di prestazione operano, sono assai differenti. Soprattutto appare che il trattamento cognitivo non è tanto dipendente dal livello individuale di prestazione ma piuttosto da caratteristiche specifiche dell'atleta che dovrebbero essere analizzate attraverso tecniche e metodologie di valutazione più attente alle variazioni interindividuali.

Tali risultati sembrano confermare che l'insegnamento della rincorsa come struttura ritmica rigida e stabile, sulla base dell'assunto che si tratti di una abilità chiusa, non è fondato sui dati osservativi, che i programmi motori utilizzati sono soggetti ad una

TAB. 3 Lunghezza dei passi nella rincorsa del salto in lungo (cm)							
Soggetti	5ultimo	4ultimo	3ultimo	penultimo	ultimo	Lunghezza salto	Cv
a	210	227	222	211	223	698	3,49%
b	212	223	219	220	220	691	1,87%
c	198	207	200	225	208	610	5,13%
d	211	217	203	208	218	708	2,97%
e	202	183	206	194	218	574	6,53%
f	174	203	197	205	223	584	8,81%
Minimo	174	183	197	194	208	574	169,50
Massimo	212	227	222	225	223	708	216,35
Media	201,17	210	207,83	210,5	218,3	644,16667	4,80%
Dev.st.	14,43	16,09	10,30	11,04	5,54	61,44	
C.V.	7,17%	7,66%	4,96%	5,25%	2,54%	9,54%	

TAB. 4 Lunghezza del volo nei passi di rincorsa - salto in lungo (cm)							
Soggetti	5ultimo	4ultimo	3ultimo	penultimo	ultimo	Lunghezza salto	Cv
a	85	113	123	113	86	698	16,71%
b	97	114	101	94	95	691	8,15%
c	83	103	104	134	83	610	20,62%
d	95	97	94	97	93	708	1,88%
e	105	85	113	86	92	574	12,80%
f	76	101	92	87	107	584	13,06%
Minimo	76	85	92	86	83	574	218,04
Massimo	105	114	123	134	107	708	263,38
Media	90,17	102,17	104,50	101,83	92,67	644,17	12,20%
Dev.st.	10,67	10,78	11,78	18,52	8,36	61,44	
C.V.	11,83%	10,55%	11,27%	18,19%	9,02%	9,54%	4,37%

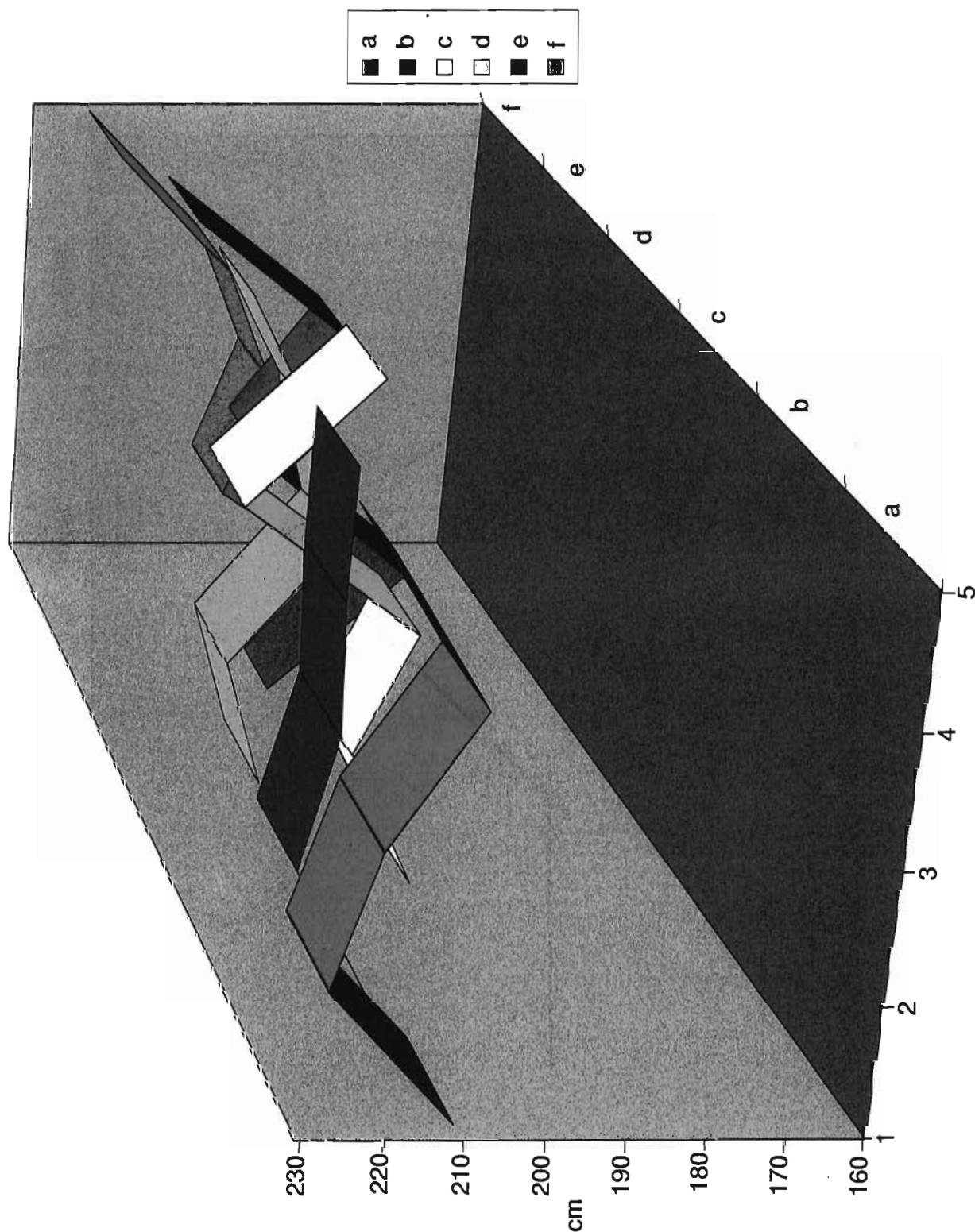
Fig. 1
VARIAZIONI DELLA VELOCITÀ NEGLI ULTIMI 4 APPOGGI - Lunghe



ATLETE COMPRESSE TRA 6,23 E 5,71

VARIAZIONI DELLA LUNGHEZZA DEI PASSI - Lunghiste

Fig. 2



VARIAZIONI DELLA REGOLARITÀ DELLA RINCORSA NEI 6 APPOGGI FINALI

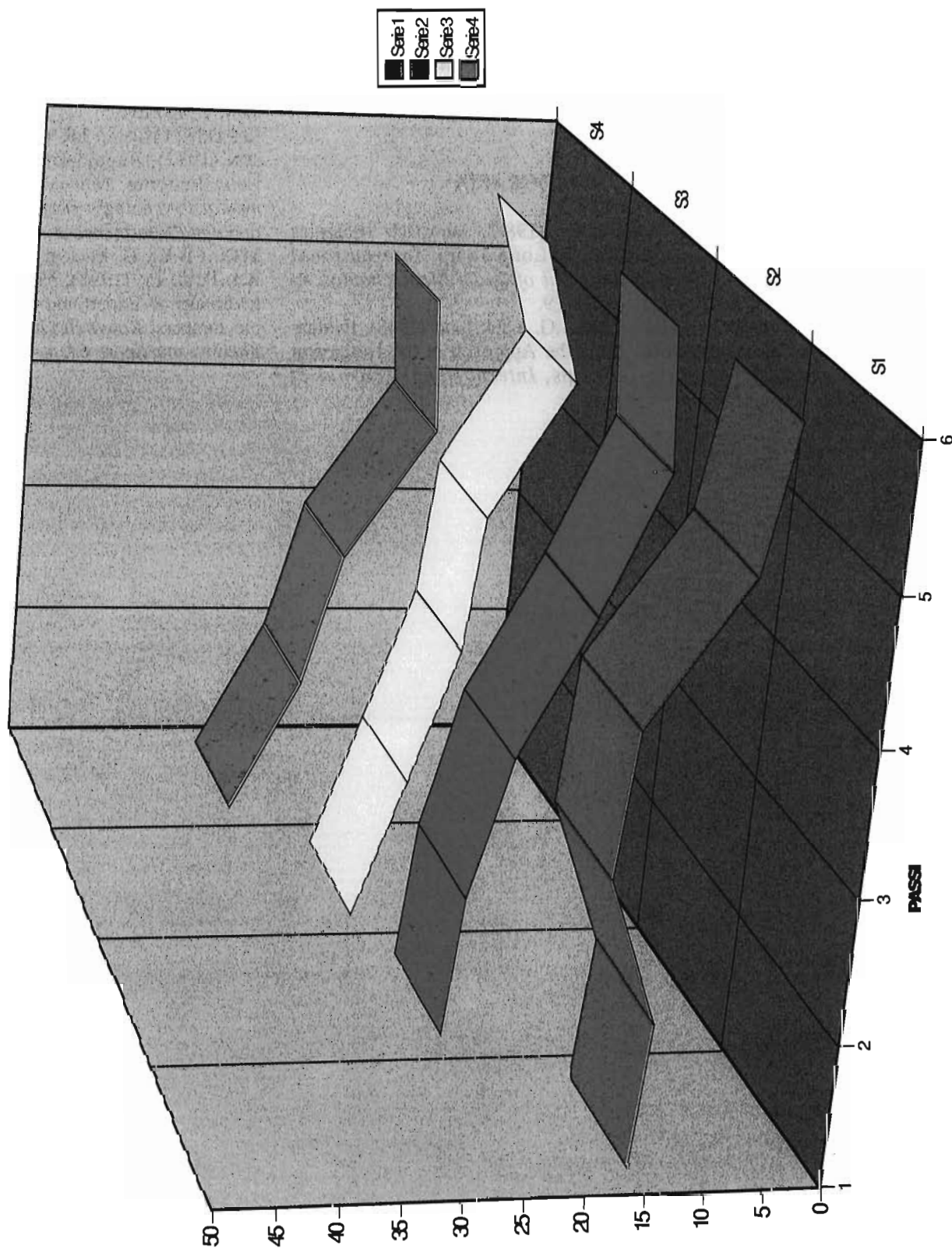


Fig. 3

forte parametrizzazione e correzioni durante l'intero arco della rincorsa e che gli atleti di maggiore abilità sono capaci di gestire con maggiore efficacia questo aspetto percettivo, basato essenzialmente sulle informazioni visive. Ciò lascia supporre che il feedback visivo, conformemente alle ricerche condotte all'interno dell'approccio ecologico e, in alcune situazioni, anche quello propriocettivo siano assolutamente essenziali nella gestione della velocità: da ciò sembra possibile derivare la conseguenza che anche **l'allenamento della velocità della rincorsa deve avere carattere estremamente specifico** come avvie-

ne ad esempio negli sport di situazione e debba utilizzare l'impiego di opportune condizioni di variabilità per favorire l'opportuna transizione tra rincorsa e stacco.

BIBLIOGRAFIA

HAY J. (1988), Approach Strategies in the Long Jump, *International Journal of Sport Biomechanics*, 4; 114-129.
HAY J.G. e T.J. KOH (1988), Evaluating the Approach in the Horizontal Jumps, *International Journal of*

Sport Biomechanics, 4; 372-392.

LAURENT M. (1985) Aspects cinématiques et dynamiques de la course d'élan en saut en longueur, pp. 235-245 in *Recherches en Activités Physique et Sportives*.

LEE D.N., LISHMAN J.R. e J.A. THOMSON (1982), Regulation of Gait in Long Jumping, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 448-459.

MARAJ B.K., D. ELLIOT, T.D. LEE e B.J. POLLOCK (1993), Variance and Invariance in Expert and Novice Triple Jumpers, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64, 4, 404-412.