

Modelli biomeccanici: guida e loro utilizzo nell'allenamento. La scheda di valutazione della tecnica del lancio del peso

R. Pozzo, E. Arbeit, A. Pedron
Centro Studi & Ricerche FIDAL

1. INTRODUZIONE

Parlare di tecnica del gesto significa riferirsi ad un "modello".

In generale il termine di modello implica il riferimento di un fenomeno (il movimento umano) o più specificatamente delle modalità con cui esso si manifesta (aspetti fisico-meccanici, biologici ecc.), a costrutti logico-concettuali con cui l'osservatore cerca di descrivere e/o interpretare il funzionamento (causa-effetto) e la forma (spazio-tempo) della realtà fisico-materiale ottenendo così una specie di "sostituzione" dell'evento stesso.

Avere o sviluppare un modello (modellizzazione) significa quindi disporre di un mezzo (strumento) rispecchiante la funzionalità di sistemi dinamici. Questo *modus operandi* viene perseguito, logicamente, nella ricerca scientifica, ma è presente più o meno consciamente, in ciascuno di noi quando, per esempio, ci si pone il compito di osservare un movimento sportivo per trarne dei giudizi valutativi (allenatore).

Nella formulazione e sviluppo di detti modelli si possono distinguere due procedure fondamentali: quella deduttiva e quella induttiva. Nel primo caso, postulando un insieme di relazioni funzionali derivanti da leggi e principi scientifici convalidati, si "trasporta" questo modello nell'osservazione del fenomeno considerato.

Nel secondo caso, partendo da osservazioni (con metodi oggettivi) ripetute del fenomeno, rispettivamente delle sue peculiarità, se ne trae un insieme di regole che descrivono e prevedono il comportamento dello stesso, cioè ne danno un modello. Spesso, e specialmente nello sport, questo ultimo metodo viene condotto in base alla soggettività del singolo osservatore e al meccanismo prova-sbaglio-riprova.

I termini di "tecnica sportiva, modello tecnico, modello della pianificazione dell'allenamento" sono, da una parte, il corollario di questa esigenza operativa e, dall'altra, la risultante dell'esperienza o empiria.

Senza entrare in dettagli e non affrontando in questa sede aspetti epistemologici, riportiamo qui di seguito due definizioni del concetto di tecnica che a nostro avviso offrono un'informazione non triviale e altresì comprensiva.

"Efficienza nel raggiungimento di scopi (motori) che si realizzano tenendo conto di un criterio prestativo (Hatze 1976)".

"Una buona tecnica è quella che non contraddice le leggi della biologia e della meccanica (Nytro 1982)".

Nel parlare di tecnica quindi, si sottintende una valutazione dell'efficacia con cui il gesto viene compiuto rispetto a quelle che sono le finalità intrinseche dello stesso (massima gittata nei lanci atletici; aumento della

massa nel sollevamento pesi) e alle condizioni restrittive interne ed esterne di funzionamento del sistema (uomo-ambiente).

Uno dei compiti dell'osservatore (ricercatore, allenatore) è quello di sviluppare dei modelli con cui poter giudicare l'efficacia dell'esecuzione motoria del singolo atleta. In questa ottica la biomeccanica, nel suo sviluppo storico, ha cercato di individuare parametri e indici inerenti alla formulazione del modello tecnico.

I modelli di valutazione della tecnica ricavabili dall'indagine biomeccanica hanno lo scopo di individuare l'esistenza e il tipo di rapporti tra le variabili fisiche che determinano la prestazione (p.e. velocità di uscita dell'attrezzo) e i parametri motori (angoli e posizioni corporei, velocità angolari, momenti delle forze muscolari) che possono essere influenzati (modificati) con l'allenamento. Al fine di determinare questi rapporti e relazioni di dipendenza si possono applicare metodi statistici (correlazione, regressione, analisi fattoriale e altri). Ciò vale sia nel caso dell'analisi trasversale (diversi atleti dello stesso livello) sia si tratti dello studio di un singolo atleta nel decorso della periodizzazione e/o della carriera (analisi longitudinale).

Nella fig. 1 viene riportato a titolo informativo un modello di relazioni funzionali dei parametri biomeccanici per il lancio del disco (Schoellhorn 1992). Va notato come siano delineate le relazioni di dipendenza tra le variazioni di velocità dell'attrezzo in singole fasi e le variabili biocinematiche e biodinamiche che rappresentano, appunto, i fattori di influenza della prestazione.

Trovano altresì sempre più applicazione (p.e. nella riabilitazione e in parte nello sport) modelli deterministici deduttivi che si basano sulle conoscenze teoriche e pratiche della teoria dei sistemi, della ottimizzazione fisico-matematica, della simulazione dei sistemi dinamici-regolativi. Tramite questo approccio è possibile, per esempio, postulare una struttura

cinematica risultante del centro di gravità corporeo e calcolare il tipo e l'entità degli sforzi muscolo-scheletrici nonché visualizzare i movimenti dei segmenti corporei necessari per la realizzazione del cinematismo postulato.

1.1 La valutazione soggettiva-obiettiva dell'osservatore

Nell'osservazione del gesto sportivo, così come avviene nella pratica comune, l'osservatore, per così dire, regola la propria attività in base a due fattori fondamentali:

- l'insieme dei meccanismi funzionali sensoriali;

- l'insieme dei costrutti logico-simbolici sviluppatasi sia dal livello di conoscenza raggiunto, che dall'esperienza individuale di questo specifico gesto.

Quando, dall'osservazione di un gesto motorio si vuole dedurre una valutazione obiettiva parametrica, i nostri sensi funzionano come strumenti di misura che, diversamente dagli strumenti tecnologici, presentano un grado di precisione e riproducibilità ben diverso da individuo a individuo e, altresì, con variazioni dipendenti dalle contingenze fenomenologiche (ambientali).

D'altra parte le grandezze (i parametri) che di volta in volta vengono "percepiti" dipendono dalla gerarchia

(dominanza), dichiarata o no, nella focalizzazione dell'attenzione. Ci sono cioè vie preferenziali di osservazione o riconoscimento dei parametri fisici del fenomeno (movimento); esse dipendono in grande misura da fattori soggettivi (esperienza motoria propria, anticipazione, simpatia ecc.) e solo in parte da una coerente univocità tra il tipo di parametro e lo strumento di valutazione dello stesso (v. tab. 1).

In alcuni studi si è potuto dimostrare come allenatori, atleti e semplici spettatori si differenziano in modo eclatante quando si tratti, per esempio, di valutare tempi di appoggio, velocità lineari e altre variabili tipo. Anche nel caso di gruppi omogenei

Tabella 1 - Vengono riportati a titolo informativo i fattori che influenzano la valutazione di movimenti aciclici.

| Osservatore | Oggetto | Compiti-scopi valutativi |
|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| - Motivazione | - Stato di moto | - Quantità |
| - Concentrazione | <i>positivo-accelerato</i> | <i>numero di elementi</i> |
| <i>rispetto all'errore</i> | <i>con traiettoria uniforme</i> | <i>numero di successioni</i> |
| <i>rispetto alla fase</i> | <i>negativ. accelerato</i> | <i>frequenza di comparsa</i> |
| - Competenza di osservazione | - Velocità | - Qualità |
| <i>comportamento</i> | <i>rotatorio</i> | <i>osservazione momentanea</i> |
| <i>movimenti a seguire</i> | <i>traslatorio</i> | <i>osservazione spazio-tempo</i> |
| <i>anticipazione</i> | | |
| <i>saccadi</i> | - Angolo di osservazione | |
| - Capacità | <i>foveale < 1°</i> | |
| <i>velocità moto oculare</i> | <i>parafoveale 2-5°</i> | |
| <i>intervallo intersaccadico</i> | <i>extrafoveale > 5°</i> | |
| <i>reattività</i> | | |
| - Posizione | - Tempo di osservazione | |
| <i>distanza</i> | <i>< 200 ms</i> | |
| <i>perspettiva</i> | <i>> 200 ms</i> | |
| - Competenza di giudizio | | |
| <i>precisione sul valore prefisso</i> | | |
| <i>operatività con analogie</i> | | |
| <i>strumentazione</i> | | |
| <i>esperienza motoria specifica</i> | | |
| - Capacità della memoria corta | | |
| <i>sensoria</i> | | |
| <i>cognitiva</i> | | |

(per esempio, allenatori dei lanci) la precisione, ma soprattutto le strategie di osservazione si possono differenziare radicalmente a parità di compito valutativo (Tidow 1985).

Naturalmente un buon allenatore, con una congrua preparazione e supportato da un livello corrispondente delle funzionalità sensoriali, è in grado di raggiungere un livello sorprendente di precisione e riproducibilità nel tipo di valutazioni in questione.

Per un allenatore quindi, risulta importante poter disporre di paradigmi di giudizio obiettivi e, a tal fine, risultano necessarie le seguenti premesse:

- conoscenza dei parametri e delle componenti (fasi) del movimento che deve essere appreso;
- possibilità analitiche (conoscenza dei metodi diagnostici) per la descrizione dei movimenti e/o delle loro fasi.

Dal punto di vista pragmatico, l'analisi del movimento ha quindi come compiti fondamentali:

- *durante l'apprendimento motorio specialistico*, cioè dell'acquisizione di ciò che si ritiene una tecnica concreta, descrivere un modello tecnico ideale derivato da quelli identificabili fra i migliori atleti e confrontare con quello dell'atleta in questione;
- *durante il periodo dell'allenamento tecnico* identificare lo stadio di sviluppo e formulare i contenuti metodologici di intervento per l'ulteriore miglioramento.

Riassumendo in un quadro generalizzato si ha:

Analisi tecnica

- Cinematica tridimensionale del gesto di gara.
- Cinematica tridimensionale degli esercizi di forza speciale.
- Condizioni balistiche del finale.
- Dinamica delle forze al suolo.
- Modello neuromuscolare-coordinativo dei gruppi muscolari principali.

Scopi principali

- Definizione del modello tecnico guida individuale.

- Vengono messi a fuoco "errori" tecnici.

- Determinazione del grado di utilità degli esercizi di allenamento.

- Ricerca di varianti individuali.

2. METODI

Per quanto esposto sopra è stato realizzato un sistema (a basso costo) di acquisizione ed elaborazione delle immagini video per la valutazione della tecnica del gesto di gara e degli esercizi di allenamento (v. Pozzo, 1994). Esso consiste nei seguenti elementi principali:

- 2 telecamere tipo CCD-VHS;
- 2 cavalletti di tipo professionale;
- 1 videorecorder con fermo immagine a 50 Hz (ogni mezza immagine);
- 1 videotimer al centesimo di secondo per la codificazione temporale delle singole immagini riprese (oppure il codificatore temporale presente nelle telecamere più recenti);
- 1 scheda di videodigitalizzazione dell'immagine da cassetta VHS interfacciata con un personal computer (486);
- 1 pacchetto di software adatto per l'elaborazione dei dati di entrata;
- 1 reticolo di calibrazione dello spazio in cui avviene il movimento (3 x 2 x 1 metri).

Realizzazione delle acquisizioni video.

Per la registrazione delle immagini necessarie all'analisi in oggetto sono state utilizzate due videocamere con registratore incorporato (CCD-Corder) operanti alla frequenza di 50 Hz (50 immagini al secondo) e con un otturatore elettronico (fino a 1/2000 di secondo) tale da ottenere una nitidezza ottimale dell'immagine. Le telecamere venivano sincronizzate tramite un impulso luminoso visibile in entrambe e comandato esternamente dall'operatore. Le condizioni spaziali della ripresa sono rappresentate in fig. 2. Per la ricostruzione delle coordinate reali è stato utilizzato il

modello della trasformazione lineare diretta (DLT - Abdelz Azis, Karara 1971) che facilita notevolmente le operazioni di calibratura e di posizionatura delle telecamere. Il reticolo in figura rappresenta il sistema rigido di riferimento per l'applicazione degli algoritmi matematici della DLT.

Il materiale così acquisito è stato poi trattato con un digitalizzatore e scheda di acquisizione analogico-digitale (12 bit) dell'immagine televisiva collegata ad un PC-486. L'errore massimo nella ricostruzione tridimensionale è risultato pari a 1,2 cm. che rappresenta una buona precisione nel contesto del campo di immagine considerato (3 x 3 m). Le coordinate così ricavate sono state sottoposte a filtri adeguati onde eliminare gli artefatti tipici (Winter 1979).

Parametri.

Tramite un software dedicato e tenendo conto dei modelli biomeccanici di riferimento nonché delle richieste valutative dell'allenatore, sono state calcolate le variabili fondamentali necessarie all'analisi cinematica. I parametri più significativi sono quindi soggetti alla valutazione tecnica.

3. PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI

Nel lancio del peso, come in tutte le altre discipline cosiddette tecniche, la valutazione dell'efficacia del gesto motorio (tecnica) costituisce un aspetto fondamentale dei contenuti programmatici dell'allenamento. Questa necessità riguarda sia la tecnica nel gesto di gara sia le varie forme di esercitazioni miranti al miglioramento e allo sviluppo della stessa (lanci con pesi diversi, esercizi di forza speciale, imitazioni).

Attualmente il lancio del peso con tecnica rotatoria sta trovando consensi sempre più numerosi fra allenatori ed atleti stessi, sia in Italia che all'estero.

Le analisi sono state concordate con

gli atleti e gli allenatori in riferimento ai seguenti aspetti:

- a) valutazione della tecnica all'inizio della periodizzazione;
- b) valutazione della tecnica durante i periodi di allenamento finalizzato della stessa;
- c) valutazione degli esercizi complementari di forza speciale ed imitativi;
- d) valutazione della tecnica con attrezzi di peso diverso.

4. SCHEDA TECNICA E PARAMETRI DI RIFERIMENTO

In base a quanto sopra esposto e dopo confronto con le esigenze e gli obiettivi degli allenatori federali sono state sviluppate delle schede grafiche e numeriche specifiche per le discipline di lancio.

Nelle fig. 3 e 4 vengono riportati i grafici delle posizioni corporee assunte nelle fasi cruciali e degli andamenti temporali della velocità risultante dei singoli punti corporei e dell'attrezzo, mentre le fig. 5 e 6 danno i valori numerici di queste ed altre variabili scelte al fine valutativo (in appendice viene riportata una scheda con le rispettive chiavi di lettura delle variabili considerate).

In seguito viene riportato un esempio di applicazione pratica di lettura e valutazione dei parametri al fine della valutazione tecnica.

Valutazione tecnica del lanciatore C.F., maggio 1994 (lanci con attrezzo da gara 19,15 m e da 6 Kg. 21,30 m., cfr. fig. 3-6).

Traiettorie sul piano orizzontale

- La forma della traiettoria del centro di gravità corporeo (CdG) risulta spostata a sinistra (guardando in direzione di lancio), cioè la partenza e la seconda fase di lancio non sono "centrate".

- Il CdG si alza troppo sia nella fase di volo, che nell'azione di finale. Fenomeno meno pronunciato nel lancio con attrezzo da 6 Kg.

- Il percorso di accelerazione risulta

maggiore nel lancio da 6 Kg. Altresì maggiore risulta la proiezione del punto di rilascio sul suolo rispetto al piede sinistro. Il lancio cioè, viene finito più "lungo".

- Anche il percorso dei piedi potrebbe essere più rettilineo.

- Analizzando la posizione dei piedi (fase del finale) si nota che essi sono troppo divaricati; ciò soprattutto a carico del piede destro, posizionato lateralmente rispetto al diametro principale della pedana. Le cause sono da ricercarsi nella partenza e/o in una non corretta azione di posizionatura dello stesso.

Velocità lineari

- Fra lo stacco del piede destro ($R \uparrow$) e di quello sinistro ($L \uparrow$) la velocità del ginocchio destro è relativamente bassa.

- Durante la partenza ($L \uparrow$) la spalla e il gomito sinistri stanno già aumentando la loro velocità invece di essere frenati. Contemporaneamente, nelle curve di velocità del ginocchio e anca sinistri si nota un'accelerazione ancora insufficiente. I picchi di velocità delle anche sono significativamente sfasati. Da questi parametri si deduce che la trasmissione delle spinte e dei bloccaggi, in questa fase, non è ancora ottimale. Si può cioè postulare una latente dominanza delle spalle e arto superiore libero rispetto alla propulsione degli arti inferiori.

- Nel finale di lancio (F3-F5) l'accelerazione sul peso è di 50 ms^{-2} , valore basso per misure oltre i 20,00 (v. lancio da 6 Kg).

- Nel lancio con l'attrezzo leggero CdG viene accelerato più opportunamente (l'andamento temporale della velocità del CdG non è riportato nei grafici qui esposti), la velocità dello stesso si mantiene sui 2 ms^{-1} .

- Nel lancio con l'attrezzo da gara, si nota un calo della velocità del peso fino al momento dell'appoggio del piede sinistro (F4); ciò può essere dovuto appunto al calo della velocità del CdG.

- Anche l'accelerazione del ginoc-

chio destro, tra l'appoggio del piede destro e del sinistro, risulta migliore nel lancio con l'attrezzo leggero.

Angoli e velocità angolari

- Gli angoli di torsione sono troppo esigui sia alla partenza che nelle posizioni di appoggio successive (F3 e F4).

- Dall'appoggio del piede destro fino al finale, la velocità angolare con cui le spalle e le anche "si avvitano" e "si svitano" (azione di torsione) è di 250 gradi s^{-1} , valore ben inferiore rispetto ai valori standard (400 gradi s^{-1} e superiori).

Consigli pratici:

Le caratteristiche della traiettoria del CdG denotano problemi di centratura delle spinte (forze) alla partenza. Gli esercizi specifici (di imitazione e di forza) e le esecuzioni tecniche dovrebbero essere finalizzati a:

- percepire un'azione rapida e radente (rispetto alla traslazione delle anche) di spinta dell'arto di supporto (sinistro) senza necessariamente estendere in toto l'arto, quindi una spinta con tenuta relativamente isometrica all'articolazione del ginocchio e grande intervento dell'estensione della caviglia.

- Associare a questa spinta un'azione anticipata e più decisa dell'arto inferiore libero (calciata).

- Associare ai compiti motori sopraespolti un'azione non eccessivamente propulsiva di spalle e braccia, bensì un lavoro (impegno muscolare) di mantenimento della torsione relativa delle spalle rispetto alle anche e/o, comunque, di impulso accelerativo e successiva decelerazione dell'arto superiore libero con l'"idea" di non oltrepassare la bisettrice della pedana.

- In tutto questo sinergismo è di fondamentale importanza che le catene muscolari dell'addome e della zona lombare e sacrale (parte bassa dell'erettore della spina e glutei) siano in grado di produrre (quindi il soggetto deve percepire) un tipo di contrazione tonico-reattiva e non semplicemente una "tenuta naturale" antigrav-

Vitazionale. Questo tipo di contrazione e parziale decontrazione deve essere allenato, eventualmente, con metodi specifici, come per esempio con azioni dinamiche da pretensione statica (stacco verso l'avanti dopo liberazione del bloccaggio meccanico al cingolo scapolare). Altri esercizi specifici possono essere costituiti da balzi radenti con bilanciere sulle spalle e angolo alle ginocchia semi-bloccato (elastici di collegamento caviglia-cintura).

- Dalla posizione di arrivo del piede destro nel finale, l'impegno propulsivo dell'arto destro deve essere migliorato; ciò prevede altresì, una repentina posizionatura del piede sinistro al suolo senza che la parte superiore del busto inizi una propulsione. Gli esercizi specifici devono indurre l'atleta ad una migliorata percezione dell'indipendenza tra le azioni dina-

miche reattive degli arti inferiori e le azioni di tenuta della parte superiore del busto e successiva propulsione dell'arto superiore di lancio.

5. CONCLUSIONI

Con l'ausilio dell'analisi biomeccanica, sia dell'esercizio di competizione sia di quelli di allenamento è possibile evidenziare in tempi brevi e criteri obiettivi, errori tecnici del gesto competitivo e di ottimizzare la scelta delle esercitazioni più efficaci per il singolo soggetto. Per aumentare il grado di interpretatività dell'analisi, i parametri cinematici dovrebbero essere collegati con i parametri dinamici e neuromuscolari. A tal fine sono necessarie infrastrutture stabili e specifiche per il gesto, con le quali l'atleta può eseguire il movimento in condizioni pressoché imperturbate.

6. BIBLIOGRAFIA

- ABDEL-AZIS Y.I., KARARA H.M.: *Direct transformation from computer coordinates to object space coordinates in close range fotogrammetry*. Proc. ASP-UI Symp. on Close-Range Fotometry, Illinois (1971).
- HATZE H.: *Computerized optimization of sport motion - Foundations and Methods*. In: *Movement analysis by computer for the explosive events in track and fields* 45-56, Utrecht (1985).
- Hatze H.: *Fundamentalthypothese ueber die Bewegungssteuerung*. Sportwissenschaft (1976) 36-45...
- HAY J.G.: *The Biomechanics of Sport Techniques*. New York (1978).
- POZZO R.: *Analisi biomeccanica dei passi preparatori e dello stacco nel salto in lungo. Aspetti valutativi delle caratteristiche tecnico-condizionali*. *Atleticastudi* 5 (1994).
- SCHOELLHORN W.: *Biomechanisch gestuetztes Techniktraining im Diskuswurf*. In: *Leistungssport* 2 (1993), 55-58.
- TIDOW G.: *Bewegungsbeobachtung im Sport*. Czawalina Berlin 1980.
- WINTER D.A.: *Biomechanics of human movement*. New York (1979).

Fig. 1 - Modello di rapporti funzionali tra parametri interni ed esterni nel lancio del disco. Gli indici numerici denotano fasi rispettive del gesto completo (da Schoellhorn 1993)

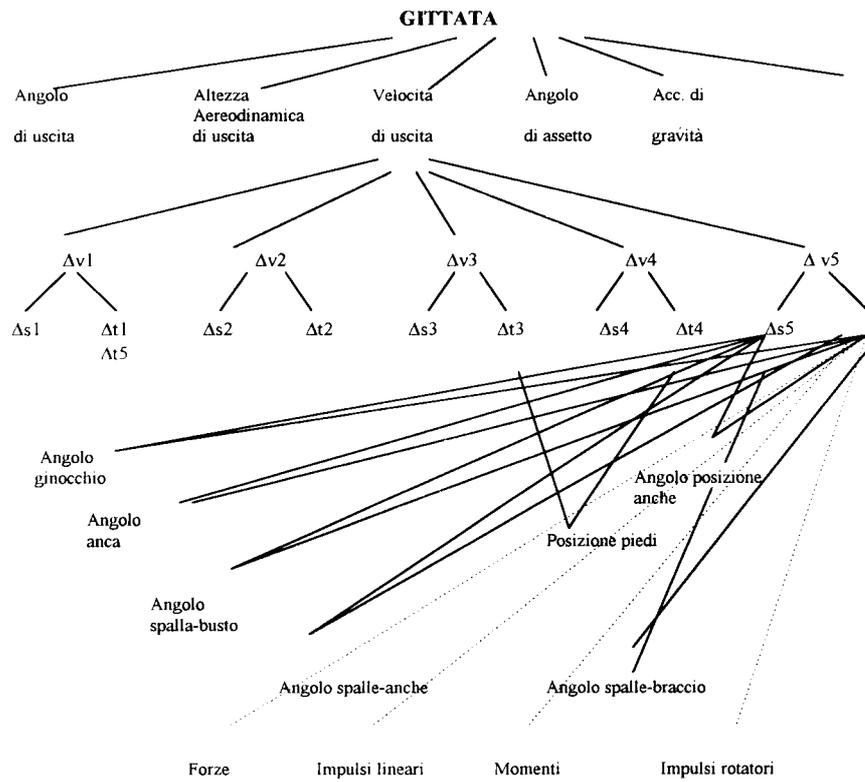


Fig. 2 - Rappresentazione schematica delle condizioni di ripresa. Per comodità di esposizione non viene riportato il dispositivo di sincronizzazione

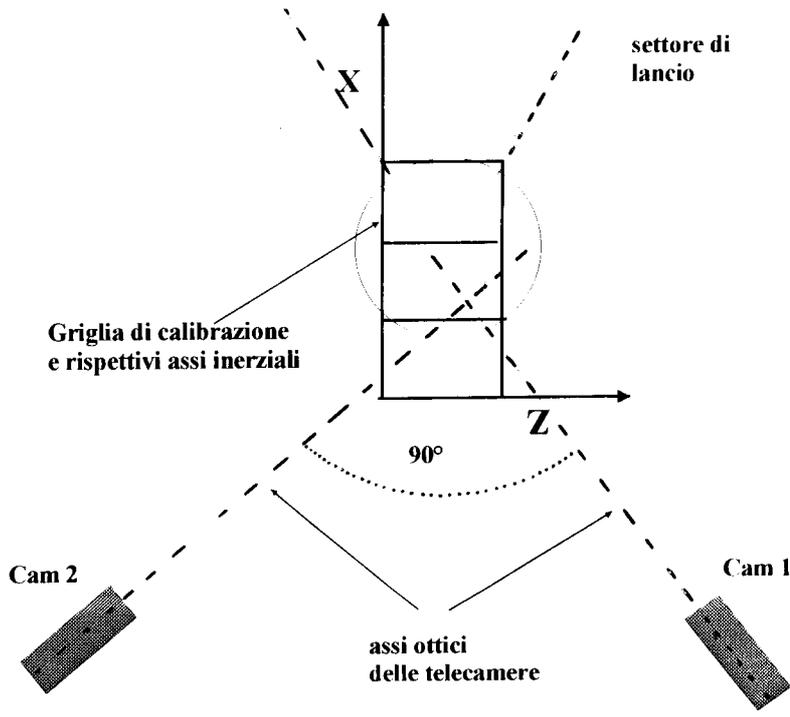


Fig. 3 - Lancio con 7 kg - A) Posizioni corporee nelle fasi cruciali. Traiettorie di punti di reperi sul piano orizzontale - B) Andamenti temporali della velocità risultante dei punti di reperi.

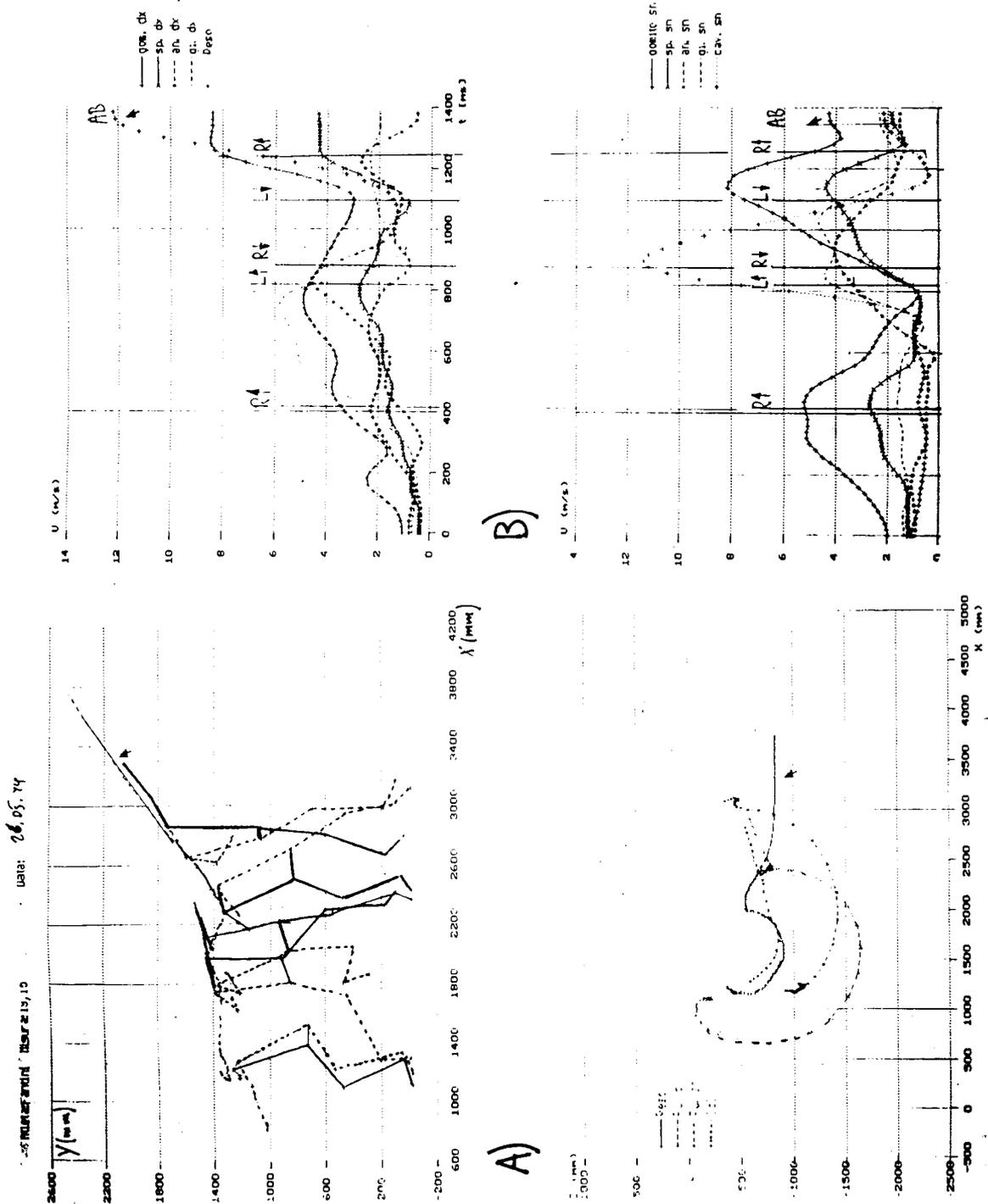


Fig. 4 - Lancio con 6 kg - A) Posizioni corporee nelle fasi cruciali. Traiettorie di punti di repere sul piano orizzontale - B) Andamenti temporali della velocità risultante dei punti di repere.

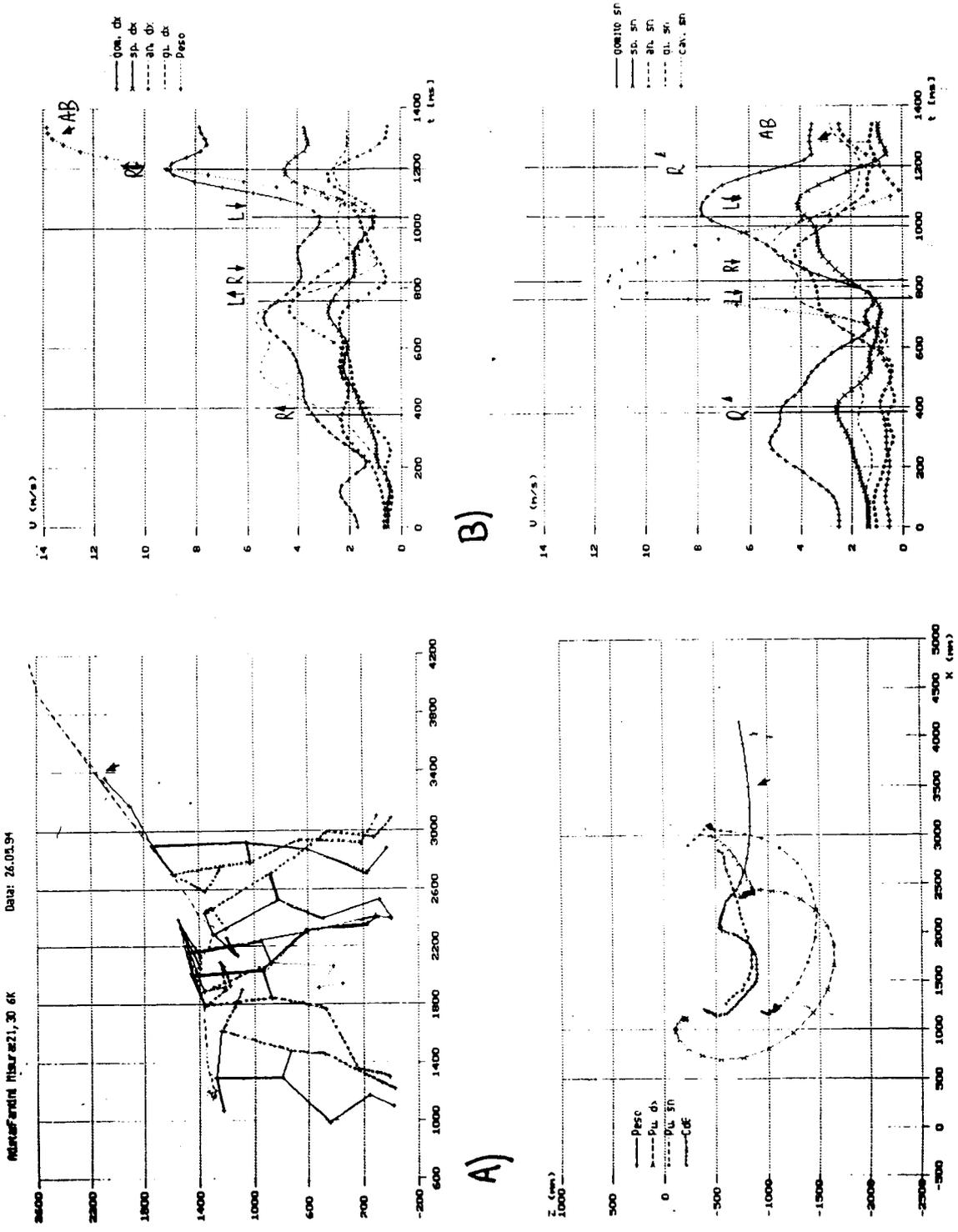


Fig. 5 - Scheda valori numerici delle variabili scelte.

SCHEMA TECNICA VALUTATIVA GETTO DEL PESO

Atleta: F.C. Misura 19,15 (7,2 kg) Data: 26.05.94

| | | | | |
|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>stacco</i> | <i>stacco</i> | <i>appoggio</i> | <i>appoggio</i> | <i>rilascio</i> |
| <i>pi. dx</i> | <i>pi. sx</i> | <i>pi. dx</i> | <i>pi. sx</i> | |
| F1=R↑ | F2=L↑ | F3=R↓ | F4=L↓ | F5=AB |

ATTREZZO

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|----------------------------------|------|------|
| H:... | 1,30 | 1,45 | 1,43 | 1,35 | 2,15 |
| ΔH:... | 0,15 | -0,02 | -0,08 | 0,80 | |
| ΔS | 0,87 | 0,10 | 0,24 | 1,36 | |
| Δt | 0,40 | 0,06 | 0,22 | 0,24 | |
| ΔV | 2,2 | 1,6 | 1,1 | 5,6 | |
| V | 2,4 | 1,6 | 0,8 | 1,4 | 12,5 |
| αVo = 34° | Vo = 12,5 | Ho = 2,15 | $\frac{\Delta v}{\Delta t} = 67$ | | |
| ΔX: | 0,66 | | 0,23 | 1,08 | |
| Δt: | 0,40 | | 0,25 | 0,24 | |

BARICENTRO CORPOREO

| | | | | |
|--------------------|-------------|--------------|-------------|------|
| H (ΔH) 0,84 (0,14) | 0,98 (-) | 0,98 (-0,08) | 0,90 (1,30) | 1,20 |
| V (v) 0,8 (2,2) | 3,0 (-0,03) | 2,7 (-0,9) | 1,8 (-1,0) | 0,8 |

ANGOLI CORPOREI

| | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>gin. dx</i> | 100 | 120 | 124 | 108 | 170 |
| <i>gin. sx</i> | 105 | 125 | 86 | 120 | 150 |
| <i>anc. dx</i> | 130 | 120 | 144 | 130 | 168 |
| <i>anc. sx</i> | 100 | 155 | 152 | 150 | 150 |

αMAX SPALLE-ANCHE sul piano orizzontale

F2: 10 F3: 30 F4: 42
 αmax tra le coscine da F2 a F3: 70
 Δt tra i massimi angolari delle ginocchia (F2-F3): 0,06
 ΔH caviglia dopo appoggio (F4): 0,05

| | | |
|----------------------------|------------------|-------------------------|
| <i>Xpe</i> | <i>(F3-F4)</i> | <i>Ampiezza appoggi</i> |
| <i>anc. dx (F3) pi. dx</i> | <i>X anc. dx</i> | 1° 2° |
| 0,17 0,34 | 0,26 | 1,16 0,66 |

Fig. 6 - Scheda valori numerici delle variabili scelte.

SCHEDA TECNICA VALUTATIVA GETTO DEL PESO

Atleta: F.C. Misura 21,30 (6,0 Kg.) Data: 26.05.94

| | | | | |
|---------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>stacco</i> | <i>stacco</i> | <i>appoggio</i> | <i>appoggio</i> | <i>rilascio</i> |
| <i>pi. dx</i> | <i>pi. sx</i> | <i>pi. dx</i> | <i>pi. sx</i> | |
| F1=R↑ | F2=L↑ | F3=R↓ | F4=L↓ | F5=AB |

ATTREZZO

| | | | | | |
|--------|------|-------|-------|------|------|
| H:... | 1,35 | 1,45 | 1,42 | 1,30 | 2,22 |
| ΔH:... | 0,10 | -0,05 | -0,12 | 0,92 | |
| ΔS | 0,82 | 0,08 | 0,21 | 1,50 | |
| Δt | 0,38 | 0,06 | 0,22 | 0,24 | |
| ΔV | 2,1 | 1,3 | 0,9 | 7,5 | |
| V | 2,2 | 1,8 | 0,7 | 1,8 | 13,8 |

$\alpha V_0 = 37^\circ$ $V_0 = 13,8$ $H_0 = 2,22$ $\frac{\Delta v}{\Delta t} = 50$

| | | | |
|-----|------|------|------|
| ΔX: | 1,04 | 0,17 | 1,12 |
| Δt: | 0,44 | 0,22 | 0,24 |

BARICENTRO CORPOREO

| | | | | | |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| H (ΔH) | 0,85 (0,15) | 1,00 (0,02) | 0,98 (0,06) | 0,92 (0,23) | 1,15 |
| V (v) | 0,8 (2,3) | 2,2 (-0,08) | 2,8 (-0,5) | 1,7 (-1,4) | 0,8 |

ANGOLI CORPOREI

| | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>gin. dx</i> | 100 | 130 | 120 | 115 | 160 |
| <i>gin. sx</i> | 105 | 130 | 90 | 118 | 160 |
| <i>anc. dx</i> | 138 | 125 | 140 | 130 | 160 |
| <i>anc. sx</i> | 100 | 158 | 155 | 150 | 160 |

αMAX SPALLE-ANCHE sul piano orizzontale

F2: 15 F3: 25 F4: 50

α_{max} tra le coscine da F2 a F3: 65
 Δt tra i massimi angolari delle ginocchia (F2-F3): 0,06
 ΔH caviglia dopo appoggio (F4): 0,05

| | | |
|----------------------------|------------------|-------------------------|
| <i>X_{pe}</i> | <i>(F3-F4)</i> | <i>Ampiezza appoggi</i> |
| <i>anc. dx (F3) pi. dx</i> | <i>X anc. dx</i> | <i>1° 2°</i> |
| 0,18 0,37 | 0,34 | 1,17 0,65 |

F.I.D.A.L. SETTORE LANCI R. POZZO

Getto del peso

Spiegazioni per la lettura dei parametri biomeccanici.

I valori allineati sotto una fase (Fi) si riferiscono appunto alla posizione definita in quella fase, mentre, quelli fra una fase e l'altra al movimento avvenuto fra le stesse. Dove non specificato le unità di misura si intendono in m, sec, m/s, m/sec².

| | | | | |
|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------|
| altezza minima | angolo max gin. sx | appoggio pi. dx | appoggio pi. sx | rilascio |
| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |

Attrezzo

| | | |
|-----|-------|--------------------------|
| H: | | } altezze dal suolo |
| ΔH: | | } differenze di altezza |
| ΔS: | | } differenze di percorso |
| Δt: | | } tempo relativo a Δs |
| ΔV: | | } variazioni di velocità |

V velocità (momentanea)

| | | | |
|-----------------------|------------|------------|--|
| αVo = | Vo = | Ho = | $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \dots\dots$ |
| parametri di rilascio | | | accelerazione nel finale |

| | | |
|-----|-------|---------------------------|
| ΔX: | | } spostamenti orizzontali |
| Δt: | | } tempo relativo |

Baricentro corporeo

| | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|----------------------------------|
| H (ΔH) | () | () | () | () | } altezze dal suolo (differenze) |
| V (V) | () | () | () | () | } veloc. alle fasi e tra le fasi |

Angoli

| | | | | |
|---------|-----|-----|-----|----------------------------|
| gin. dx | ... | ... | ... | } angoli articolari |
| gin. sx | ... | ... | ... | } alle posizioni |
| anc. dx | ... | ... | ... | } rispettive (F1, F2 ecc.) |
| anc. sx | ... | ... | ... | ... |

αmax spalle-anche sul piano orizzontale (cioè quasi in torsione)

| | | |
|--|---|---------|
| F2: ... | F3: ... | F4: ... |
| αmax tra le cosce da F2 a F3: ... | } angolo massimo raggiunto durante F2-F3 | |
| Δt (αmax gin. dx → α max gin. sx): ... | } tempo trascorso tra ang. max. gin. dx e sx. | |
| ΔH cav. dx dopo atterraggio: ... | } cedimento verticale della caviglia dopo F3 | |

distanza orizzontale del peso rispetto a: anca dx e pie. dx nella fase F3 (valori negativi: il peso "scappa" in avanti)

| | | |
|---------|---------|------------------|
| Xpe | (F3-F4) | Ampiezza appoggi |
| anc. dx | anc. dx | 1° 2° |
| pi. dx | | |

Traslocazione dell'anca dx durante F3 → F4

Larghezza degli appoggi nella direzione di lancio