

Zeitschrift: Gioventù e sport : rivista d'educazione sportiva della Scuola federale di ginnastica e sport Macolin
Herausgeber: Scuola federale di ginnastica e sport Macolin
Band: 34 (1977)
Heft: 12

Artikel: Analisi filmata del decatlon
Autor: Stacoff, A. / Kunz, H.-R. / Eisenring, S.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1000729>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Analisi filmata del decatlon

Laboratorio di biomeccanica del Politecnico federale di Zurigo
A. Stacoff, H.-R. Kunz, S. Eisenring,
B. Weideli e O. Capiaghi
Adattamento italiano: Fabio Bernasconi

Preambolo

È inutile ricordare quanto sia grande la precisione scientifica che regge la ricerca nello sport nei paesi dell'Est, e con quale cura la preparazione degli atleti è diretta.

In Svizzera le scienze sportive, la biomeccanica in particolare, sono ancora allo stato sperimentale. Da diversi anni tuttavia sono stati fatti degli sforzi considerevoli allo scopo di recuperare, almeno in parte, il ritardo accumulato. Al Politecnico federale di Zurigo, per esempio, il laboratorio per lo studio della biomeccanica, ha intrapreso l'analisi di alcune discipline, fra le quali l'atletica leggera (salto in lungo, salto in alto, salto con l'asta, corsa ad ostacoli). Principalmente per ragioni di tempo, non è stato possibile pianificare una ricerca su diversi anni; queste osservazioni hanno un carattere ristretto e limitato.

Il lavoro che viene presentato è un condensato della prima parte di 4 lavori di diploma sul decatlon olimpico, la disciplina regina dell'atletica. Nel filmato è stato possibile scomporre i movimenti dei decatleti, di seguirne lo svolgimento e di paragonarli a quelli di specialisti.

Si tratta della parte iniziale di un'inchiesta a lunga scadenza, estesa a un periodo di 4 anni, il cui obiettivo preciso è di dare all'allenatore dei decatleti di élite e juniori svizzeri, una visione generale di una tappa di sviluppo e di evoluzione sufficientemente lunga, al fine di poter dare delle indicazioni suscettibili di orientare la concezione e l'elaborazione di piani di allenamento. Per ragioni di spazio, questo riassunto non può essere valutato.

A. Stacoff

Diversi studi sono stati eseguiti nel laboratorio di biomeccanica del Politecnico federale di Zurigo, sulla base di documenti filmati e questo nel quadro dei lavori elaborati per l'ottenimento del diploma II di maestro di educazione fisica. 6 discipline del decatlon sono state analizzate e cioè:

- 100 m
- salto in lungo
- salto in alto
- 110 m ostacoli
- salto con l'asta
- lancio del giavellotto

Due concorsi sono stati filmati per questo scopo: l'incontro Svizzera - Germania dell'Est - Belgio - Olanda del 7-8 giugno 1975, a Zugo, ed i campionati nazionali del 9-10 agosto 1975 a Zofingen. Misure effettuate su specialisti (come Borsow, Bernhard, Stones, Seagren, Wolfermann ecc.) servono come valori comparativi; esse sono state beninteso valutate secondo gli stessi criteri. Precisiamo che questa inchiesta costituisce la parte iniziale di uno studio che si estende su un periodo di 4 anni. Il suo scopo non è solamente quello di informare sulle attuali capacità di prestazione dei decatleti svizzeri, bensì quello di fornire indicazioni suscettibili ad aiutare la loro preparazione. Questo ultimo punto riveste una grande importanza, in particolare per l'allenatore nazionale H.-R. Kunz.

1. Metodo utilizzato

Le riprese sono state eseguite con l'aiuto di una cinepresa Bolex (50 immagini/secondo) e Locam (100 immagini/secondo) 16 mm. I punti di installazione delle cineprese sono stati costantemente scelti in modo da formare un angolo retto in rapporto alla direzione del movimento degli atleti.

2. I risultati

I risultati cifrati dei concorsi di Zugo e di Zofingen

sono resi noti in una classifica alla fine di questo articolo.

3. I 100 m

Illustrazione 1: svolgimento del movimento durante la corsa dei 100 m

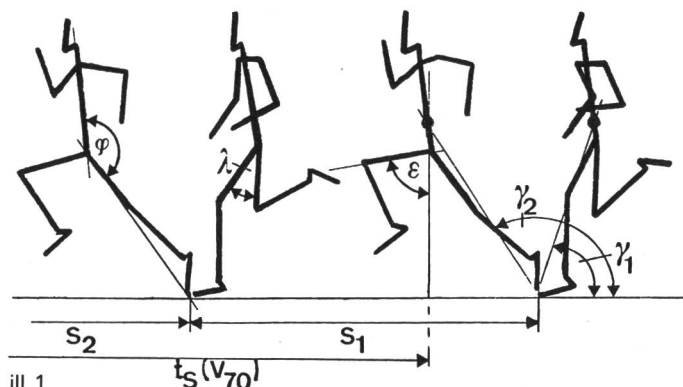
Le differenti grandezze corrispondono sempre ai valori misurati nel senso del movimento.

Poiché non c'è l'effetto di arresto nel movimento in cui il piede viene a contatto con il suolo, l'angolo d'impatto (γ_1) dev'essere il più grande possibile.

Degli ottimi specialisti come Borsow o Roberts sono meno a lungo in contatto con il suolo che i decatleti. Ciò ha per conseguenza che l'angolo di spinta (γ_2) non è molto grande. Se ne deduce che una propulsione «radente» non favorisce una migliore accelerazione.

Per essere più «veloci» bisogna dunque che l'impulso, nella sua violenza e nella sua esplosione, raccorci il tempo di contatto con il suolo. Contemporaneamente per un'efficace elevazione del ginocchio (angolo ε) bisogna che essa avvenga nel più breve tempo possibile. La grandezza dell'angolo ε è ugualmente in funzione del tempo di contatto con il suolo. I buoni «sprinters» portano a termine l'elevazione del ginocchio durante la fase aerea della falcata, mentre gli altri sono ancora in contatto con il suolo quando questa fase è già conclusa. Si è anche potuto provare che esiste un rapporto diretto fra la rapidità di richiamare la gamba libera in avanti e il tempo finale di una corsa di 100 m. Ciò significa che al momento della presa di contatto con il suolo l'angolo λ dev'essere il più piccolo possibile per permettere un impegno efficace del ginocchio. In questo punto la differenza che separa gli specialisti e la maggior parte dei decatleti è fra i 5 e i 30 gradi.

Osservando, si constata come gli «sprinters» più veloci abbiano il tronco generalmente più incli-



ill. 1

nato in avanti rispetto ai loro avversari più lenti (angolo di distensione del corpo ϕ , formato dal busto e dalla gamba d'appoggio, è molto grande). Così come la forza di spinta generata da questa gamba raggiunge con più precisione il centro di gravità del corpo. L'angolo ϕ è in stretta relazione con l'angolo λ_2 e con il tempo di contatto con il suolo.

In generale i migliori velocisti si differenziano per la migliore lunghezza (S_1, S_2) e la frequenza elevata della loro falcata ($t_S V_{70}$). È dunque importante migliorare queste due qualità simultaneamente. Tuttavia non esistono valori ottimali su questo argomento. L'importante è dunque, per ogni velocista, di trovare il modo di adattare, nel miglior modo possibile, l'ampiezza e la frequenza della propria falcata con la propria costituzione.

4. Il salto in lungo

Illustrazione 2: svolgimento del movimento del salto in lungo

La velocità della rincorsa riveste un'importanza capitale nell'esecuzione del salto in lungo. Ciò nonostante essa non diminuisce l'importanza che si deve dare allo scatto, alla tecnica di spinta, o di ricezione che devono essere curate fin nei minimi particolari.

L'angolo di elevazione del ginocchio (ϵ_3) è un po' più ampio (qualche grado) durante la rincorsa del salto in lungo che in uno sprint, ciò per facilitare la preparazione dello stacco. Nell'istante in cui il piede prende contatto con la pedana di stacco, il busto del corpo è leggermente inclinato indietro (η_1).

Una posizione verticale o meglio una leggera inclinazione del busto indietro (η_2 : fino a 10 gradi per Bernhard), aggiunto da una forte elevazione del ginocchio della gamba libera (ϵ_1) al momento dello stacco, provoca una leggera rotazione del corpo all'indietro. Questo fenomeno permette al saltatore di bilanciare più efficacemente le sue gambe in avanti per l'atterraggio. Si è potuto provare che paragonando i decatleti agli specialisti, quest'ultimi guadagnano effettivamente dai 15 ai

30 cm. È perciò l'impiego ottimale del ginocchio della gamba libera (ϵ_1) che influenza maggiormente la prestazione. A questo proposito l'angolo ottenuto da Bernhard (96 gradi) è maggiore di 4° a 20° a quello dei decatleti.

Lunghezza della falcata: la lunghezza dell'ultima falcata (cercare la pedana di stacco) si ripercuote negativamente sulla prestazione. Per contro non si è potuto dimostrare la stessa cosa con la penultima falcata.

È evidente che la precisione o la mancanza della stessa nello stacco (G) ha per conseguenza un guadagno o una perdita di preziosi centimetri. È stupefacente constatare quanto grande sia la regolarità e la precisione su questo punto da parte degli specialisti. La differenza che separa i punti d'impatto da un salto all'altro è praticamente inesistente se le condizioni esterne restano costanti.

L'angolo di involo (α) del centro di gravità del corpo varia da saltatore a saltatore. Sembra che la sua migliore ampiezza varia tra i 18 e i 24 gradi. Un angolo di involo troppo chiuso o troppo ampio (salto troppo radente o troppo in ascesa) raccorcia la traiettoria effettiva.

La distanza d'atterraggio (a) dipende direttamente dalla leggera rotazione del corpo all'indietro provocata da un appoggio impeccabile. Come già detto, una buona tecnica di ricezione può far guadagnare al saltatore fino a 40 cm.

5. Il salto in alto

Illustrazione 3: l'appoggio durante un salto di tipo Fosbury-flop

Nel salto in alto, ogni saltatore deve adattare la sua velocità di rincorsa in modo ragionevole alla qualità della sua distensione e la sua padronanza tecnica nell'elevazione.

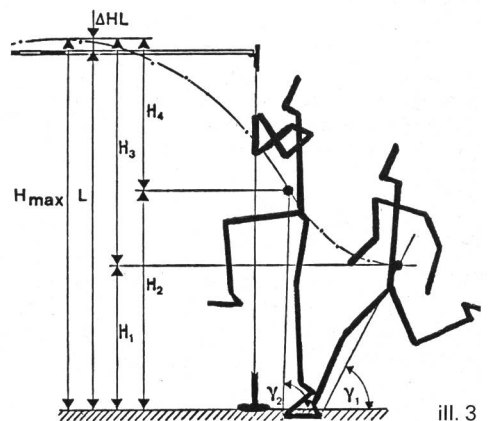
L'angolo di impatto (γ_1) e l'angolo di stacco (γ_2) sono in relazione diretta fra loro. Sembra che la loro apertura ottimale si situi fra i 61° e 68° per il primo e fra gli 86° e 90° per il secondo. In generale una presa di slancio impeccabile permette anche di ottenere il miglior angolo di involo.

Esprimere a parole piuttosto che in cifre ciò che

si è scritto significa: al momento della presa di stacco, il centro di gravità si trova arretrato e la parte superiore del corpo fortemente inclinata indietro, allorché al momento dell'elevazione essi sono sulla verticale del piede d'appoggio (senza inclinazione verso l'asticella).

La non riuscita nel salto in alto è strettamente legata, nel Fosbury, ad una cattiva curva di rincorsa, ad un bloccaggio insufficiente della gamba d'appoggio e ad un'inclinazione del busto verso l'asticella al momento dello stacco.

L'altezza d'impulso (H_2) dipende anche, fra l'altro, dalla taglia del saltatore. Su questo punto i «grandi» beneficiano di un vantaggio considerevole.



ill. 3

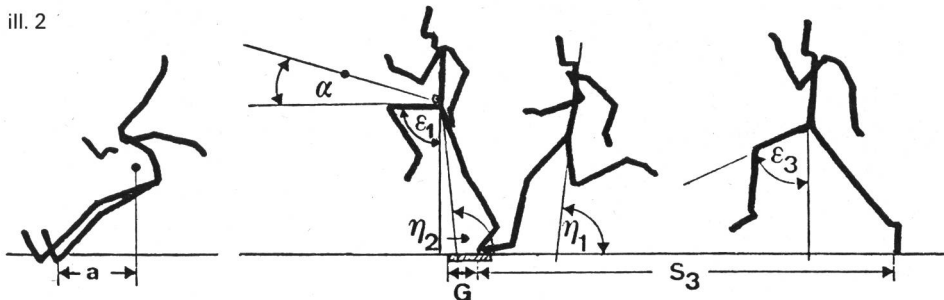
L'altezza del volo (H_4) riveste una grande importanza per raggiungere un'altezza massima. Essa è la funzione della distensione e della tecnica di stacco e d'impulso (posizione verticale del corpo, estensione completa della gamba di stacco ecc.). È evidente che il superamento dell'asticella troppo al disopra di essa, equivale ad uno spreco di energia.

La distanza che separa il centro di gravità del corpo (ΔH_1) dell'asticella, al momento del superamento, riflette in maniera ben precisa la padronanza della tecnica di questa fase. Negli specialisti è inferiore di 10 cm. La più debole misurata fino ad oggi è di 7 cm ed è di Dwight Stones. Solo un allenamento molto intenso dell'inarcatura del corpo sopra l'asticella può permettere di ottenere un simile risultato.

6. I 110 m ostacoli

Illustrazione 4: svolgimento del movimento durante i 110 m ostacoli

L'angolo di elevazione del ginocchio (ϵ_1) dovrebbe essere tanto grande fra gli ostacoli quanto in una corsa di velocità.



ill. 2

L'angolo d'impatto (γ_1) è vincolato in larga misura al tempo finale. Più l'angolo (γ_1) è ampio, meno l'effetto di bloccaggio è pronunciato e per conseguenza meno elevata è anche la perdita di velocità. Gli ostacolisti medi, allungano frequentemente la loro ultima falcata, prima del superamento dell'ostacolo, al fine di conservare il ritmo dei 3 passi. Non si rendono conto che con questo gesto diminuiscono la loro cadenza di corsa. I migliori ostacolisti si rivelano per un angolo d'impulso (γ_2) molto aperto, cioè significa che la traiettoria che li avvicina all'ostacolo è più radente. Più lo stacco è ascendente più la perdita di tempo è evidente.

L'angolo di elevazione del ginocchio (ε_2) dovrebbe essere di 90 gradi al minimo, anzi 100° al momento dello stacco in direzione dell'ostacolo. Così anche un buon tecnico «prende» l'ostacolo dall'alto e non gli salta sopra.

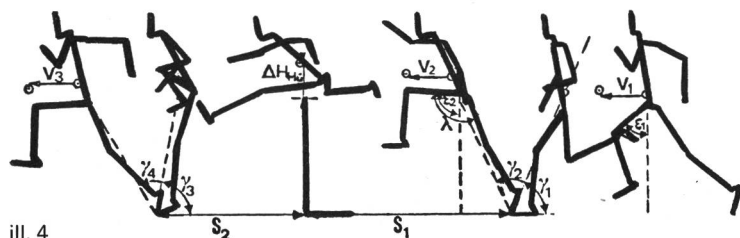
Il punto di elevazione al di sopra dell'ostacolo ($\Delta H_{Hü}$) è la distanza che separa il centro di gravità del corpo all'ostacolo. Durante le corse, il

cui tempo finale è di 14"/15" è, secondo le misure effettuate, di circa 30 cm. Passa progressivamente a 35 cm e va fino a 45 cm a mano a mano che la prestazione diminuisce di livello.

L'angolo d'impatto (γ_3) (presa di contatto con il suolo dopo il superamento dell'ostacolo) è tanto più ampio quanto più l'ostacolista è di valore. Ciò significa che la gamba libera deve essere abbassata il più rapidamente possibile dopo l'ostacolo. Gli ostacolisti «lenti» (angolo d'impatto γ_3 più aperto) sono vittime di un bloccaggio all'atterraggio, ciò che provoca un rallentamento della cadenza della corsa. Durante una corsa rapida, la lunghezza della falcata, per il superamento dell'ostacolo, si situa $\frac{2}{3}$ avanti lo stesso, e $\frac{1}{3}$ dopo l'ostacolo. Misura dunque per esempio 1,90 m avanti e 1,30 m dopo l'ostacolo per un tempo finale di 14,80 secondi. Questa proporzione è inversa nei mediocri corridori (tempo finale di 16 e più secondi). Se quest'ultimi vogliono migliorare le loro prestazioni, essi devono innanzitutto cercare di correggere questo errore.

(α_1). È da ciò che dipende la curva ascensionale del centro di gravità del corpo. Nei buoni astisti, l'apertura dell'angolo si situa fra i 18° e i 23°. Esistono astisti, fra i meno dotati, che flettono la loro asta, allorché l'angolo (α_1) misura 30° o più. Per rimediare a ciò, essi utilizzano pertiche più flessibili al posto di correggere il loro stacco. L'imbucata (cioè mettere l'asta nella buca prima del salto vero e proprio) è una delle fasi – se non la fase – più importante dell'intero salto. In quel momento il braccio superiore è interamente teso. Il braccio inferiore, invece, fa una pressione contro l'asta per poterla piegare. Quest'azione è facilitata da un appoggio preso un po' più in là (circa 20/40 cm) della verticale della mano superiore. L'angolo α_2 è l'angolo della fase ascensionale più marcato dal centro di gravità del corpo. La velocità ascensionale del corpo durante questa fase è tanto più grande quanto più è marcata la flessione dell'asta. Durante il suo primato del mondo, Seagren è stato proiettato verso l'alto con un angolo di 74°. A dispetto delle influenze esterne (vento ecc.), il punto più alto del salto H_{max} dovrebbe sempre trovarsi esattamente al di sopra dell'asticella. Per arrivarci il saltatore deve avere una grande regolarità nella rincorsa e nell'imbucata, oltre ad una buona dose di esperienza nella competizione.

Il punto di elevazione al di sopra dell'asticella ΔH_{SL} è la distanza che separa il centro di gravità del corpo dall'asticella. Non è raro che essa si situi fra i 10 cm e i 15 cm, negli specialisti mentre è doppia o tripla fra i decatleti.



ill. 4

7. Il salto con l'asta

Illustrazione 5: svolgimento del movimento nel salto con l'asta

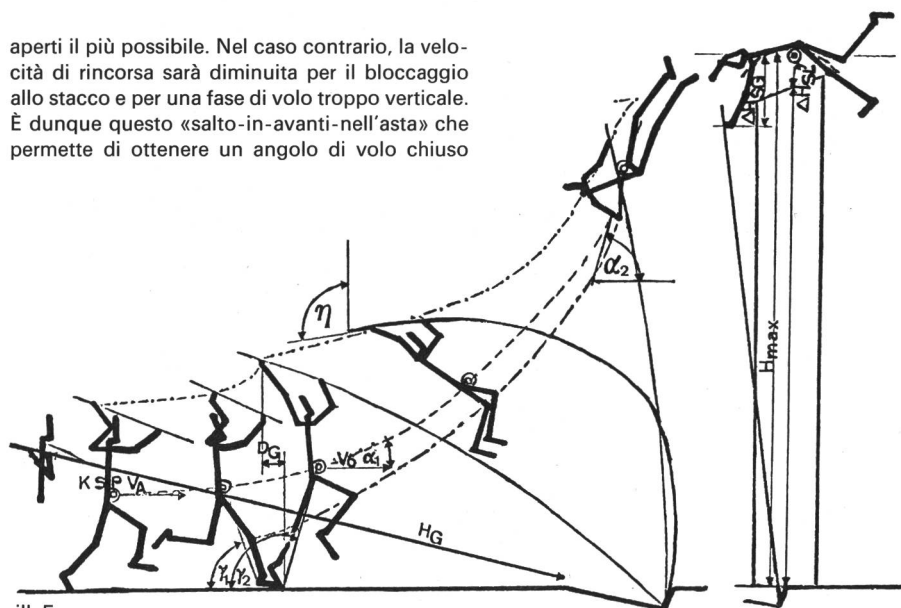
Un'elevata velocità di rincorsa (V_A) permette al saltatore di servirsi di un'asta più rigida e anche di alzare la presa delle mani.

La sovrالعlevazione della presa (ΔH_{SG}) è la distanza che separa il centro di gravità del corpo, nel punto più alto del salto, dalla presa superiore della mano. Nei buoni saltatori essa raggiunge il metro (1,17 m per Seagren nel salto di 5,63 m).

La ΔH_{SG} può essere considerata come il marchio di qualità del salto. Essa dipende dall'importanza più o meno pronunciata della flessione dell'asta η , purché questa non sia troppo flessibile per rapporto al peso del saltatore.

Un impulso fortemente orizzontale allo stacco, dunque analogo in un certo senso a quello del salto in lungo, permette di accrescere la flessione dell'asta (angolo di flessione η , se possibile di 90 gradi). L'angolo d'impatto (presa di stacco) e l'angolo d'impulso (γ_1/γ_2) devono allora essere

aperti il più possibile. Nel caso contrario, la velocità di rincorsa sarà diminuita per il bloccaggio allo stacco e per una fase di volo troppo verticale. È dunque questo «salto-in-avanti-nell'asta» che permette di ottenere un angolo di volo chiuso



ill. 5

8. Il lancio del giavelotto

Illustrazione 6: svolgimento del movimento durante il lancio del giavelotto

Fino alla falcata di lancio (S_1), la velocità della rincorsa dev'essere aumentata costantemente e le falcate S_1 e S_2 devono essere più grandi delle altre.

I migliori lanciatori riescono a trasferire una velocità elevata in potenza di lancio più grande. Durante la falcata per il lancio, le gambe precedono il tronco, permettendo un'inclinazione dello stesso indietro (S_1).

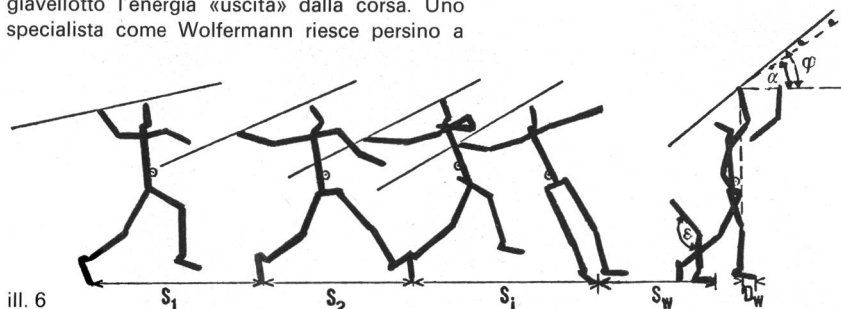
La falcata del piazzamento (S_W) è più corta della falcata di lancio (S_1). La resistenza esercitata dalla gamba di bloccaggio dev'essere forte al fine di permettere all'angolo ϵ di essere il più ampio possibile. Solo un'estensione dinamica della gamba di bloccaggio permette di trasferire nel giavelotto l'energia «uscita» dalla corsa. Uno specialista come Wolfermann riesce persino a

mettere in sovraestensione (più di 180°) la sua gamba durante questa fase.

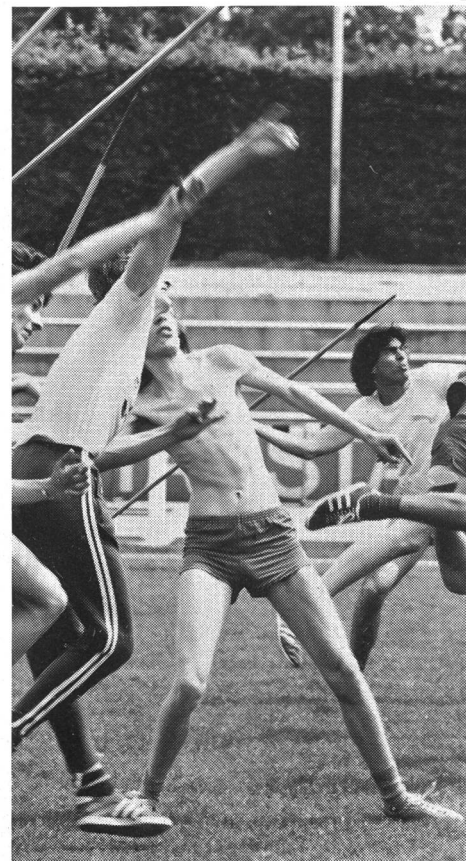
Il giavelotto lascia la mano ancora prima che quest'ultima sia arrivata all'altezza del piede avanzato (D_W).

Questa distanza è, negli specialisti, sovente superiore ai 70 cm. Essa permette anche di giudicare la qualità dell'impegno della gamba di bloccaggio. I lanci più lunghi hanno, alla loro origine, un'importante D_W .

L'angolo d'involto (α) ideale nel giavelotto si situa tra i 32° e 35° . L'angolo d'incidenza φ è l'angolo formato dal giavelotto con una linea orizzontale al momento dell'ultimo contatto della mano con l'attrezzo. Negli specialisti, la differenza che separa φ da (α) è minima (-1 a $+3$ gradi). Essa permette al giavelotto di seguire una traiettoria ideale e di subire un minimo di resistenza all'aria.



ill. 6



Risultati dei concorsi di Zugo e Zofingen

Nome	Abbreviazione	100 m		Salto in lungo		Salto in alto		110 m		Salto con l'asta		Giavelotto		Totale	
		Zugo sec.	Zof. sec.	Zugo m	Zof. m	Zugo m	Zof. m	Zugo sec.	Zof. sec.	Zugo m	Zof. m	Zugo m	Zof. m	Zugo punti	Zof. punti
Andres P.	AP	11,13	11,16	7,01	7,14	1,83	1,92	15,18	15,65	4,50	4,60	60,98	60,80	7593	7699
Andres M.	AM	11,34	11,39	6,81	6,92	1,86	1,92	15,49	16,07	0	4,20	51,50	44,48	6153	6923
Born	Bo	11,36	—	7,08	—	2,04	—	15,48	—	0	—	54,12	—	6506	—
Mangisch	Ma	11,33	11,11	6,44	6,67	1,83	1,80	15,83	15,85	4,00	4,00	53,54	52,32	7059	7158
Morand	Mor	11,29	11,50	7,03	6,76	1,86	1,83	14,90	15,73	4,30	4,10	46,18	47,16	7090	6921
Staubli	Sta	11,50	—	6,95	—	1,83	—	15,98	—	3,60	—	62,04	—	6938	—
Schindelholz	Shz	11,26	—	6,87	—	1,83	—	16,47	—	3,80	—	50,42	—	6810	—
Schneeberger	Sbg	11,38	11,67	6,77	6,55	1,86	1,89	16,79	16,93	4,00	4,10	48,26	47,99	6585	6522
Schild	Sld	12,21	12,44	6,43	6,28	1,83	1,83	17,15	17,16	3,60	3,50	62,00	62,92	6406	6392
Kramer	Kra	11,99	11,73	6,30	6,45	1,80	1,89	17,20	16,62	4,10	4,00	38,52	42,76	6077	6362
Keller	Ke	—	11,74	—	5,45	—	1,86	—	—	—	—	—	—	—	—
Kistler	Ki	11,95	11,88	6,39	6,31	1,83	1,83	16,12	15,98	4,10	4,20	49,26	43,03	6450	6355
Kronenberg	Kro	11,48	11,28	6,59	6,64	1,80	1,83	16,57	16,06	4,10	4,20	47,86	45,04	6843	6831
Wytttenbach	Wy	—	11,80	—	6,16	—	1,83	—	16,63	—	—	—	—	—	—
Heiniger	Hei	11,62	11,38	6,56	6,51	1,83	1,75	17,88	—	0	3,90	56,18	48,34	5611	5682
Cristina	Cri	12,20	11,86	6,26	6,49	1,83	1,80	16,69	16,31	3,40	3,80	47,38	47,30	6030	6380
Salzmann	Sa	11,41	11,04	6,62	6,56	1,70	1,83	16,18	15,78	3,90	3,90	45,30	47,83	6475	6858
Trümpi	Trü	11,83	11,77	6,61	6,47	1,75	1,86	15,87	16,05	3,80	3,90	49,96	51,38	6621	6761
Hess	He	11,50	—	6,51	—	1,80	—	17,34	—	4,20	—	46,18	—	6458	—
Pampuri	Pa	—	11,12	—	6,94	—	1,83	—	16,61	—	3,20	—	50,40	—	6667



Bibliografia

Bless H.-R.: Hürdenlauf, Diplomarbeit am Laboratorium für Biomechanik der ETH Zürich, 1974.

Borgula K.: Geschwindigkeitsmessungen beim 110-m-Hürdenlauf, J+S Zeitschrift, 1974.

Fischer R.: Weitsprung, Biomechanische Untersuchung am Schweizerischen Weitsprungkader, Diplomarbeit am Labor für Biomechanik der ETH Zürich, 1975.

Keller P.: Stabhochsprung, Diplomarbeit am Labor für Biomechanik der ETH Zürich, 1974.

Keller R.: Weitsprung-Analyse, Diplomarbeit am Labor für Biomechanik der ETH Zürich, 1974.

Kunz H.-R./Waser J.: Filmanalyse des Stabspringens,

ETH Zürich, Labor für Biomechanik J+S Zeitschrift Auszug 32. 14-19, 1975.

Kunz H.-R./Waser J.: Die Schrittgestaltung beim Speerwerfen, ETH Zürich, Labor für Biomechanik, 1973.

Nigg B.: Sprung, Springen, Sprünge, Juris Verlag Zürich, 1974.

Roethlin K.: Speerwurf, Diplomarbeit am Labor für Biomechanik der ETH Zürich, 1972.

Schamaun P.: Experimentelle Untersuchungen im Weitsprung, Diplomarbeit am Labor für Biomechanik der ETH Zürich, 1973.

Waser J.: Der Weltrekordsprung von D. Stones, «Neue Zürcher Zeitung» vom 12. August 1974.

Essendo il testo originale in tedesco, gli autori si sono basati su pubblicazioni tedesche. Le persone interessate, con sufficienti nozioni in questa lingua, possono ottenere degli esemplari dei lavori di diploma o un loro riassunto presso:

A. Stacoff
Labor für Biomechanik der ETH Zürich
Weinbergstrasse 100
8092 Zürich