



## ASPETTI METODOLOGICI DELL'ALLENAMENTO E BIOMECCANICI DELLO SVILUPPO DELLA TECNICA SPORTIVA DEL LANCIO DEL GIAVELLOTTO IN CONSIDERAZIONE DELLA NUOVA NORMATIVA IAAF

Randolf Peukert, *Programmatore Settore Lanci della RDT*

Il lancio del giavelotto gode di una lunga tradizione in tutto il mondo e va annoverato fra le discipline più affascinanti dell'atletica leggera. Dalle prime competizioni del lancio del giavelotto (Svezia 1792, Grecia 1856, Finlandia 1879) la lunghezza del lancio si è quasi triplicata.

Gli uomini hanno superato i 100 m (record mondiale, Hohn, RDT, 104,80 m), e per le donne vengono ormai prodotti dei giavelotti che sono "programmati" per lanci di 80 m (record mondiale, Felke, RDT, 75,40 m). Le ragioni di tale rapido sviluppo sono da ascrivere soprattutto a due fattori che sono in stretta correlazione:

— il perfezionamento dell'allenamento del lancio del giavelotto che, fra l'altro, ha portato ad un notevole incremento dei presupposti fisici dell'atleta e ad una tecnica di lancio sempre più raffinata;

— lo sviluppo continuo dell'attrezzo di lancio, dai semplici giavelotti in legno ai giavelotti in leghe metalliche leggere.

Lo sviluppo dinamico del rendimento nelle discipline di lancio (miglioramento di tutti i record mondiali nelle scorse olimpiadi e questa tendenza continua al record mondiale nel lancio del disco e del martello) e nella maggior parte delle discipline di atletica leggera, confermano la validità del primo fattore.

La nuova formulazione della norma 186, paragrafo 18, decisa al Congresso IAAF del 1984, determina le misure dei nuovi modelli di giavelotto. Nei giavelotti degli uomini il cambiamento di maggior rilievo è stato lo spostamento di 40 mm, in direzione della punta dell'attrezzo, del baricentro.

Nella motivazione ufficiale si legge che, in questo modo, viene evitata la "planata" dei giavelotti e quindi dovrebbero essere escluse, per ragioni di sicurezza, lunghezze della dimensione del record mondiale di Hohn. Inoltre, si potrebbe decidere univocamente "sulla validità o sull'annullamento" di un lancio ed evitare così decisioni errate.

Relazione presentata in occasione dell'Accademia Olimpica, svoltasi ad Olympia, Grecia nel luglio 1986.

Questo cambiamento indotto dalla nuova normativa fa sì che il "nuovo giavellotto" sia "caricato sulla punta" e che tenda quindi a "precipitare".

La traiettoria di volo rettilinea di un proiettile che plana diventa quasi una parabola di lancio. Si calcola una perdita di lunghezza del 10-12%.

La validità e la necessità di questa decisione presa al Congresso IAAF è stata messa in dubbio da quasi tutti gli esperti, soprattutto dagli allenatori e dagli atleti.

### 1. Principi teorici

Le norme fisiche atte a determinare la "lunghezza teorica del lancio" sono state descritte ampiamente nella letteratura (Tutewitsch, Komi e Mero, Terauds e altri).

La lunghezza della traiettoria di volo del giavellotto viene determinata dai seguenti fattori:

1. Grandezza della velocità di uscita  $V$
2. Direzione della velocità di uscita
3. Posizione nello spazio del giavellotto ( $\alpha_o, \alpha_v$ )
4. Altezza del lancio
5. Caratteristiche aerodinamiche dei giavellotti
6. Forza e direzione del vento in relazione alla direzione della traiettoria di volo e alla posizione dell'attrezzo nello spazio.

Sono soprattutto i seguenti fattori che determinano la lunghezza del lancio:

- velocità e direzione di uscita e
- il complesso delle condizioni aerodinamiche della traiettoria di volo del giavellotto.

I fenomeni aerodinamici che agiscono sul giavellotto e sulla sua traiettoria si manifestano soprattutto come pressione aerodinamica, e quindi resistenza frontale, e come forza ascensionale.

Resistenza frontale:

$$R = C_r \frac{S \times V^2}{2} \times S \quad (1)$$

Forza ascensionale:

$$A = C_a \frac{S \times V^2}{2} \times S \quad (2)$$

La relazione con la lunghezza matematico-teorica del lancio è determinata dalla seguente equazione di lancio:

$$L = \frac{Vo^2}{g} \sin 2 \alpha \quad (3)$$

La resistenza frontale e la forza ascensionale non sono state ancora sufficientemente studiate, per poter fornire delle affermazioni precise a riguardo.

Il complesso delle "condizioni aerodinamiche della traiettoria del giavellotto" è il fattore attualmente meno studiato.

La sua grandezza, che determina la lunghezza del lancio, è difficile da determinare, perché le condizioni di uscita (luogo, rotazione del giavellotto intorno al suo asse lungo la deformazione elastica ottenuta tramite le forze di accelerazione dell'atleta) sono simulabili solo limitatamente. Inoltre, la balistica esterna della traiettoria di volo del giavellotto non è stata finora quasi studiata.

Le esperienze pratiche confermano gli studi nella galleria aerodinamica descritti nella letteratura (Tutewitsch, Terauds, Komi e Mero e altri), secondo cui le condizioni aerodinamiche influiscono del  $\pm 12\%$  sulla lunghezza teorica del lancio. Queste affermazioni contrastano tuttavia con i rapporti, dimostrati più volte sperimentalmente, fra la lunghezza del lancio ( $L$ ) e la velocità di uscita ( $Vo$ ).

Dalle esperienze fatte finora risulta che in condizioni aerodinamiche quasi ottimali (che si suppone esistano, rispetto alla "balistica interna", nei lanciaori di elevata qualificazione) la lunghezza del lancio viene determinata principalmente dalla velocità di uscita, quindi dalla capacità dell'atleta di accelerare il giavellotto per un percorso di accelerazione di lun-

ghezza ottimale fino ad una  $V_0$  di 30-33  $\text{ms}^{-1}$ .

Fra le due grandezze sussiste una dipendenza lineare. La velocità di uscita appare come una grandezza di influenza, ma alla seconda potenza, nella equazione di lancio (3). Ciò significa che "teoricamente" la rappresentazione grafica della curva dovrebbe dare una parabola.

È allora il complesso delle condizioni aerodinamiche lo "stabilizzatore" che induce la dipendenza lineare qui rappresentata?

Partendo da queste cognizioni teoriche, la domanda che sorge dall'introduzione dei nuovi modelli di giavellotto è la seguente:

"Quali sono i cambiamenti di tecnica sportiva, derivanti dalle mutate condizioni degli attrezzi (nuovi modelli di giavellotto), a cui bisogna mirare nel processo di allenamento per poter realizzare lunghezze ottimali di lancio?"

Per poter dare una risposta a questo interrogativo, risulta interessante prendere in considerazione i seguenti quesiti:

— Quali sono le caratteristiche strutturali che determinano i migliori "nuovi modelli di giavellotto" dal punto di vista aerodinamico?

— Quali sono?

— Considerando la perdita delle caratteristiche "plananti" dei giavellotti, quali sono gli angoli ottimali per i "nuovi modelli di giavellotto"?

— Quali sono i cambiamenti che è necessario sviluppare nella tecnica motoria al fine di ottimizzare i fattori influenzabili dall'atleta?

Per poter rispondere a questi interrogativi sono stati provati sperimentalmente i "nuovi" giavellotti.

Dopodiché, U. Hohn ha lanciato i 4 modelli migliori in una serie di 40 lanci.

Questi esperimenti e la serie di lanci di Hohn sono stati filmati da una cinepresa, posta ad angolo retto rispetto alla direzione di lancio, con lo scopo di:

— determinare la costanza di  $V_0$  nelle varie prove;

— rilevare la  $V_0$  nei lanci di Hohn nelle varie prove;

— rilevare l'angolo ottimale di lancio.

## 2. Risultati

I risultati di questa analisi sono da interpretare nel modo seguente:

1. Come era da aspettarsi dalle prime prove di lancio con i nuovi giavellotti e dalle riprese delle competizioni di controllo, l'angolo ottimale di uscita muta all'incirca di  $5^\circ$ .

Raggiungendo l'ottimo fra i 29-32 gradi (record mondiale di Hohn 104,80 - 30 gradi; record mondiale di Petranoff 99,7 - 33 gradi secondo Gregor, R.J.) con i migliori "vecchi modelli di giavellotto" (Custom III, Super-Elite-100), l'ottimo raggiungibile dai nuovi attrezzi si aggira intorno ai 37,5 gradi.

2. Con un angolo ottimale di  $37,5^\circ$ , i modelli nuovi di giavellotto percorrono fra i 97,4 e i 104,0 m, in media 99,40 m, con una velocità di uscita quasi costante di  $29,8 \text{ ms}^{-1}$ .

Malgrado la limitazione delle possibilità, dettata dalla norma 186, la qualità aerodinamica dipende dalla costruzione del giavellotto e dal materiale (durezza) utilizzato.

3. I giavellotti che sono stati provati percorrono 99,40m ad una velocità media  $V_0$  di  $29,8 \text{ ms}^{-1}$  (con un angolo ottimale) (Tutewitsch indica una gamma di velocità che va dai  $31, \text{ ms}^{-1}$  ai  $34,0 \text{ ms}^{-1}$ ; Komi e Mero un valore di  $32,5 \text{ ms}^{-1}$  per misure di 100 m).

I lanci di U. Hohn, misurati con le stesse condizioni di rilevamento (cinepresa ad alta velocità), avevano una velocità media  $V_0 = 31,37 \text{ ms}^{-1}$ , raggiungendo una lunghezza media di circa 75,50 m (massimo 79,50 m).

(Bisogna calcolare delle riduzioni rispetto al livello di proiezione, dettate dalla posizione spaziale del giavellotto, che danno luogo a dei notevoli errori di misurazione nel rilevamento della velocità).

Prendendo atto di questi errori, non determinabili con precisione, rispetto ai

valori di misurazione che abbiamo a disposizione, dobbiamo valutare che, con una velocità di uscita maggiore del 10% circa, si raggiunge una lunghezza di lancio che è inferiore quasi del 25%.

Ne risulta che è necessario ricercare la maggiore riserva di rendimento possibile nella fase finale di lancio. Il "vantaggio" dei giavellotti provati sperimentalmente consiste nel fatto che nel momento dell'accelerazione del giavellotto non subentrano forze trasversali, il giavellotto non viene deformato elasticamente e  $\alpha_0$  e  $\alpha_v$  coincidono.

Per l'atleta ciò significa che nell'allenamento tecnico deve sempre mirare a "impugnare con precisione" il giavellotto, creando così la coincidenza di  $\alpha_0$  e  $\alpha_v$ .

Ciò presuppone una "sensibilità" e una "delicatezza" nel lancio su un percorso di accelerazione di una lunghezza ottimale.

### 3. Conclusioni

1. Per i lanciatori avanzati ( $V_0$  29 ms<sup>-1</sup>), il modello di giavellotto impiegato (in conformità alla norma 186) svolge un ruolo notevole. (Ha un valore maggiore rispetto a prima).

2. Per gli atleti delle prove multiple e per i lanciatori di giavellotto di media qualificazione il modello di giavellotto impiegato svolge un ruolo secondario.

3. La supposizione che, con l'introduzione dei nuovi giavellotti, siano avvantaggiati i lanciatori che impiegano una forza maggiore non è valida.

Al contrario, la sensibilità nella strutturazione della fase dell'impiego finale della forza assume un significato maggiore.

4. L'incremento dell'angolo e l'esigenza di far tendere  $\Delta\alpha$  verso lo zero, presuppone una posizione maggiormente arretrata del corpo durante la fase motoria dell'impiego finale della forza (altrimenti non si possono raggiungere i 37,5 gradi).

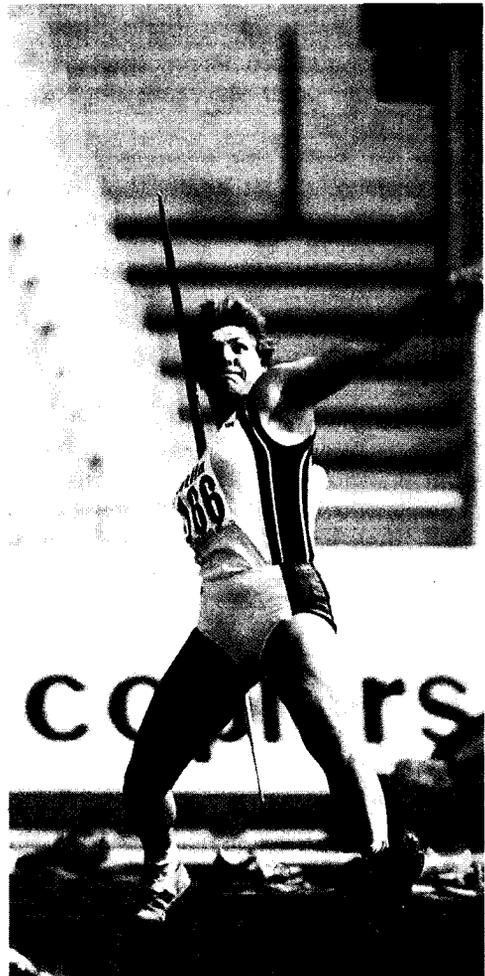
Senza che crolli l'intero sistema, si può assolvere a questa esigenza soltanto se il "passo incrociato" viene eseguito attivamente e guadagnando spazio e l'arto inferiore anteriore (di appoggio) venga impiegato velocemente.

Attualmente, abbiamo a disposizione la prima generazione dei nuovi modelli di giavellotto. Anche se la norma 186 lascia poco spazio a una variabilità costruttiva, aspettiamo di vedere in che misura aumenti la qualità aerodinamica della seconda e della terza generazione.

### 4. Alcune osservazioni sulla tecnica del lancio del giavellotto

Il modello tecnico di ogni disciplina di atletica leggera viene dedotto dai primatisti mondiali.

I lanci del record mondiale di Hohn e di Felke rappresentano una buona soluzione.



ne, secondo gli allenatori, nell'ambito della parte aciclica, che corrisponde alle possibilità del nostro livello attuale di conoscenze.

### Descrizione dei lanci del record mondiali

#### *Hohn*

- passo incrociato attivo, lungo, lunghezza 2,2 m;
- arto inferiore sinistro ha superato ampiamente l'arto inferiore di spinta, parallelità fra l'asse delle anche e delle spalle;
- lavoro attivo dell'arto inferiore di spinta verso il basso;
- arto inferiore di appoggio disteso (45° rispetto all'orizzontale);
- arto superiore lanciante in movimento è fermo nel gomito;
- decelerazione del lancio con breve inarcamento accentuato;
- elevato effetto frenante dell'arto inferiore di appoggio, inarcamento massimale;
- lavoro preparatorio del busto, asse delle anche e lato sinistro del corpo fermi;
- impugnatura precisa del giavellotto nel lancio, angolo di uscita di 30° (ottimale per il tipo di giavellotto).

#### *Felke*

- Stacco attivo, con impulso per il passo incrociato;
- passo incrociato radente e ampio (1,90);
- lavoro attivo dell'arto inferiore di spinta verso il basso;
- arto inferiore di appoggio disteso (45° rispetto all'orizzontale);
- arto superiore lanciante disteso;
- elevato inarcamento;
- percorso di accelerazione elevato per l'avambraccio lanciante, angolo di uscita di 36°.

## 5. Alcuni punti chiave della metodica dell'allenamento

Lo scopo di ogni allenamento che ha come obiettivo il rendimento è l'aumento della prestazione della competizione.

Il necessario aumento del rendimento motorio nella prestazione della competizione delle discipline di lancio, necessita di maggiori forze di accelerazione in un tempo più breve con velocità motorie più elevate sulla base di una tecnica sportiva ottimale e un livello fisico elevato.

Djackow, già nel 1972, aveva fatto notare l'esigenza che, accanto ad una giusta scelta di esercizi speciali di allenamento, debba essere garantito lo sviluppo indirizzato delle capacità fisiche, tenendo conto delle condizioni che permettono il contemporaneo perfezionamento della tecnica sportiva.

Il processo di allenamento è caratterizzato da fasi di lavoro in cui vengono impiegati determinati mezzi di allenamento con scopi diversi. Questi mezzi di allenamento, necessari al rendimento della competizione, producono, oltre all'esercizio originale della competizione stessa, degli effetti sia desiderati che indesiderati. Per poter limitare questi fenomeni indesiderati è necessario che gli esercizi di allenamento siano indirizzati verso la realizzazione degli scopi tecnico-sportivi.

Queste cognizioni richiedono un atteggiamento creativo degli allenatori e degli atleti rispetto alla scelta degli esercizi di allenamento, un loro impiego indirizzato verso lo scopo e una esecuzione adattata alla qualità e orientata tecnicamente.

La struttura dell'allenamento viene dedotta dalla struttura individuale del rendimento.

Le relazioni strutturali del rendimento sono 85 e 75 m per gli uomini e 70 e 62 m per le donne nel lancio speciale, nella forza massimale e nello sprint.

Nel corso dell'anno vengono svolte le seguenti tappe di allenamento per strutturare la forma (lo sviluppo) sportivo:

- allenamento generale;
- allenamento alla forza massimale;

	,00	,10	,20	,30	,40	,50	,60	,70	,80	,90
110	8690	8693	8697	8700	8704	8707	8711	8714	8718	8721
109	8655	8658	8662	8665	8669	8672	8676	8679	8683	8686
108	8618	8622	8626	8629	8633	8637	8640	8644	8647	8651
107	8581	8585	8589	8593	8596	8600	8604	8607	8611	8615
106	8544	8547	8551	8555	8559	8563	8566	8570	8574	8578
105	8505	8509	8513	8517	8521	8524	8528	8532	8536	8540
104	8466	8470	8475	8478	8481	8485	8489	8493	8497	8501
103	8425	8429	8434	8438	8442	8446	8450	8454	8458	8462
102	8384	8389	8393	8397	8401	8405	8509	8413	8417	8421
101	8343	8347	8351	8355	8359	8364	8368	8372	8376	8380
100	8300	8304	8309	8313	8317	8321	8326	8330	8334	8338
99	8256	8261	8265	8270	8274	8278	8283	8287	8291	8296
98	8212	8217	8221	8226	8230	8235	8239	8243	8248	8252
97	8167	8172	8176	8181	8185	8190	8194	8199	8203	8208
96	8122	8126	8131	8135	8140	8145	8149	8154	8158	8163
95	8075	8080	8084	8089	8094	8098	8103	8108	8112	8117
94	8028	8032	8037	8042	8047	8051	8056	8061	8066	8070
93	7979	7984	7989	7994	7999	8004	8008	8013	8018	8023
92	7930	7935	7940	7945	7950	7955	7960	7965	7970	7975
91	7881	7886	7891	7896	7901	7906	7911	7916	7921	7925
90	7830	7835	7840	7845	7850	7855	7860	7866	7871	7876
89	7779	7784	7789	7794	7799	7804	7810	7815	7820	7825
88	7726	7732	7737	7742	7747	7753	7758	7763	7768	7773
87	7673	7679	7684	7689	7695	7700	7705	7711	7716	7721
86	7620	7625	7630	7636	7641	7647	7652	7657	7663	7668
85	7565	7570	7576	7581	7587	7592	7598	7603	7609	7614
84	7510	7515	7521	7526	7532	7537	7543	7548	7554	7559
83	7453	7459	7465	7470	7476	7482	7487	7493	7498	7504
82	7396	7402	7408	7414	7419	7425	7431	7436	7442	7448
81	7339	7344	7350	7356	7362	7368	7373	7379	7385	7391
80	7280	7286	7292	7298	7304	7309	7315	7321	7327	7333
79	7221	7227	7233	7239	7244	7250	7256	7262	7268	7274
78	7160	7166	7173	7179	7185	7191	7197	7203	7209	7215
77	7099	7106	7112	7118	7124	7130	7136	7142	7148	7154
76	7038	7044	7050	7056	7062	7069	7075	7081	7087	7093
75	6975	6981	6988	6994	7000	7006	7013	7019	7025	7031
74	6912	6918	6924	6931	6937	6943	6950	6956	6962	6969
73	6847	6854	6860	6867	6873	6880	6886	6892	6899	6905
72	6782	6789	6795	6802	6808	6815	6821	6828	6834	6841
71	6717	6723	6730	6736	6743	6750	6756	6763	6769	6776
70	6650	6657	6663	6670	6677	6683	6690	6697	6703	6710
69	6583	6589	6596	6603	6610	6616	6623	6630	6637	6643
68	6514	6521	6528	6535	6542	6549	6555	6562	6569	6576
67	6445	6452	6459	6466	6473	6480	6487	6494	6501	6508
66	6376	6383	6390	6397	6404	6411	6418	6425	6432	6436
65	6305	6312	6319	6326	6333	6340	6347	6355	6362	6369
64	6234	6241	6248	6255	6262	6269	6277	6284	6291	6298
63	6161	6169	6176	6183	6190	6198	6205	6212	6219	6226
62	6088	6096	6103	6110	6118	6125	6132	6140	6147	6154
61	6015	6022	6029	6037	6044	6052	6059	6066	6074	6082
60	5940	5947	5955	5962	5970	5977	5985	5992	6000	6007
59	5865	5872	5880	5887	5895	5902	5910	5917	5925	5932
58	5788	5796	5804	5811	5819	5827	5834	5842	5849	5857
57	5700	5710	5720	5730	5740	5750	5758	5765	5773	5781
56	5600	5610	5620	5630	5640	5650	5660	5670	5680	5690
55	5500	5510	5520	5530	5540	5550	5560	5570	5580	5590

- allenamento speciale di lancio;
- sviluppo del rendimento.

La spiegazione dell'impiego del mezzo di allenamento è possibile attraverso la rappresentazione di una strutturazione semplice e di una doppia periodizzazione (AG, AFM, e lancio speciale).

Sia il livello tecnico-sportivo di sviluppo che quello fisico vengono sottoposti ad un test alla fine di ogni tappa di allenamento al fine di controllare l'efficacia di questa tappa e di poter introdurre nel programma individuale di allenamento della tappa successiva gli accorgimenti necessari.

E' chiaro che non è questa la sede per poter prendere in considerazione tutti i fenomeni e i problemi legati allo sviluppo del lancio del giavellotto.

Spero di aver dato al lettore qualche stimolo per un ulteriore approfondimento di questa magnifica disciplina di lancio.

Sono convinto, che sfruttando tutte le riserve individuali, nel 1988 si possano raggiungere di nuovo i 90 m per gli uomini e i 77-78 m per le donne.

Vorrei concludere con una citazione di un grande classico tedesco (Lessing):

“La ricchezza di esperienze altrui è erudizione, la propria esperienza è saggezza”.

La rivista specializzata svedese ha pubblicato la seguente tabella per poter convertire le lunghezze di lancio con il vecchio giavellotto di 800 g in quelle previste per i nuovi giavellotti.

Anche se questa tabella, nonostante il calcolo eseguito scientificamente ha un carattere più o meno speculativo, dovrebbe fornire ugualmente degli spunti per prevedere il rendimento degli atleti.

#### **Indirizzo dell'Autore**

*Mr Randolph Peukert  
c/o Deutscher Verband  
für Leichtathletik der DDR,  
1055 Berlin,  
Storkower Strasse 118, G.D.R.*