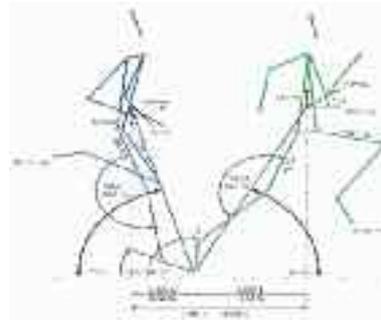


# atletica Studi

TRIMESTRALE DI RICERCA SCIENTIFICA E TECNICA APPLICATA ALL'ATLETICA LEGGERA

2019/1



## ■ La tecnica dei 100 metri di Usain Bolt

## ■ Analisi dello stacco nel salto in lungo

## ■ Studio sui top atleti degli ostacoli alti

## ■ Prevenzione della spalla nel salto con l'asta

## ■ Studio del passo nello sprint

## ■ *Formazione continua*

\* Convegni, seminari, workshop / \* Articoli tecnici: La prova multipla - un percorso di sviluppo verso l'eccellenza sportiva, di Graziano Camellini \* Sintesi di articoli scientifici: È necessaria la supplementazione di sodio per evitare la disidratazione durante esercizio prolungato con il caldo? / I podisti più anziani mantengono una economia di corsa giovanile nonostante le differenze biomeccaniche / Massimizzare la prestazione: feedback aumentato, focus o attenzione, e/o ricompensa? / Differenze nella forza tra sessi e supporto di potenza alla programmazione dell'allenamento con l'uso dell'approccio 'mixed-model' / Effetti dell'esecuzione di allenamento simultaneo di resistenza e di forza o pliometrico sull'economia della corsa e sulla prestazione / Analogie e differenze nei modelli di ritmo nelle corse su strada di ultradistanze di 161 e 100 km / Modalità di confronto del test "Kansas squat": pesi liberi vs. 'Smith machine' (castello) / L'incremento acuto della prestazione di salto verticale dopo squat isometrici dipende dall'angolo del ginocchio e dalla capacità di salto verticale / La corsa a piedi nudi riduce il costo di ossigeno submassimale nelle donne di corsa di stanza / Effetti dell'allenamento di forza sull'economia di corsa in runner di alto livello: una ricerca sistematica con meta-analisi su prove controllate \* Rassegna bibliografica

## Trimestrale di ricerca scientifica e tecnica applicata all'atletica leggera Anno 50, n. 1, gennaio-aprile 2019

### Presidente FIDAL

Alfio Giomi

### Direttore Responsabile

Carlo Giordani

### Direttore Editoriale

Giorgio Carbonaro

### In redazione

Giorgio Carbonaro, Maria Luisa Madella, Claudio Quagliarotti, Laura Strati

### Collaboratori

Antonio Andreozzi, Francesco Angius, Renzo Avogaro, Stefano Baldini, Giuliano Corradi, Antonio Dal Monte, Silvano Danzi, Vincenzo De Luca, Domenico Di Molfetta, Filippo Di Mulo, Antonio Dotti, Pietro Endrizzi, Giovanni Esposito, Alain Ferrand, Luciano Gigliotti, Piero Incalza, Antonio Laguardia, Antonio La Torre, Elio Locatelli, Maria Luisa Madella, Massimo Magnani, Robert M. Malina, Renato Manno, Claudio Mantovani, Guido Martinelli, Claudio Mazzafo, Franco Merni, Marisa Muzio, Ivan Nicoletti, Ida Nicolini, Graziano Paissan, Maria Francesca Piacentini, Dino Ponchio, Ugo Ranzetti, Vincenzino Siani, Nicola Silvaggi, Francesco Uguagliati, Angelo Zamperin

### Fotografie

Archivio FIDAL, Giancarlo Colombo/FIDAL

**Atleticastudi su Internet:** [www.fidal.it](http://www.fidal.it)  
e-mail: [centrostudi@fidal.it](mailto:centrostudi@fidal.it)

**Direzione e redazione:** FIDAL - Centro Studi & Ricerche  
Via Flaminia Nuova n. 830 - 00191 Roma  
Tel. 06/33484745-62-83

### Stampa e fotocomposizione

Tipografia Mancini s.a.s.  
Via Empolitana, 326 - 00019 Tivoli (RM)

Atletica Studi, rivista trimestrale del Centro Studi & Ricerche della Federazione Italiana di Atletica Leggera.  
Autorizzazione Tribunale di Roma n. 14569 del 29-5-1972.  
Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in Abbonamento Postale - 70%  
- Aut. MBPA/PAC/01/2018/R.L.

**Abbonamenti:** per i tesserati e gli studenti universitari: Rivista: € 16,00, Rivista e supplementi: € 28,00. Per l'Italia: Rivista: € 25,00, Rivista e supplementi: € 42,00. Per l'estero: Rivista: € 46,00, Rivista e supplementi: € 80,00. I supplementi sono disponibili anche singolarmente al prezzo, in Italia, € 11,00, all'estero € 20,00.  
Per le modalità di acquisto e abbonamento, collegarsi con il sito internet: [www.fidal.it](http://www.fidal.it)

© Copyright by Fidal. Tutti i diritti riservati.  
Finito di stampare: aprile 2019

### INDICAZIONI PER GLI AUTORI

La rivista **Atleticastudi** si propone la trattazione di contenuti e problematiche a carattere **didattico, tecnico e scientifico**, attinenti alle seguenti aree: *biologia e allenamento, psicologia e sport, medicina dello sport, studi e statistiche, tecnica e didattica, management dello sport, scuola e giovani, attività amatoriale e sport per tutti*. Verranno presi in considerazione per la pubblicazione manoscritti riguardanti rapporti di ricerca, studi e rassegne critico-sintetiche, relazioni di conferenze, convegni e seminari a carattere tecnico e scientifico. I lavori inviati vengono esaminati criticamente per esprimere la possibilità di pubblicazione, in coerenza con gli obiettivi ed i contenuti della rivista.

I criteri utilizzati sono i seguenti:

- il contenuto deve essere rilevante per la pratica sportiva in generale e per l'Atletica Leggera in particolare;
- i rapporti di ricerca dovrebbero indicare la loro applicabilità per l'allenamento;
- il contenuto deve essere utilizzabile da parte dell'allenatore;
- le conclusioni alle quali si arriva devono essere argomentate e provate;
- l'esposizione deve essere concisa senza rinunciare alla pregnanza e alla precisione scientifica;
- il linguaggio scelto deve essere adeguato all'utenza della rivista;
- l'originalità dei lavori preposti.

I testi devono essere redatti su carta formato A4 in duplice copia. È necessario utilizzare solo una facciata del foglio. Ogni pagina deve contenere 25 righe di 60 battute e deve essere numerata.

Il manoscritto deve contenere:

- **abstract** con 2/3 parole chiave. L'abstract dovrà essere di 10/20 righe e deve sintetizzare il contenuto del testo con l'indicazione degli scopi, dei metodi dei risultati e delle conclusioni;
- **testo** e pagine per le note;
- **bibliografia** fondamentale sugli argomenti trattati, fornendo le indicazioni nel seguente ordine: per gli articoli di riviste: *cognome* dell'autore o degli autori (per intero ed iniziali del nome o dei nomi), *anno* (tra parentesi), *titolo*, *intestazione della rivista* (in corsivo), *luogo di pubblicazione, annata, numero del fascicolo, pagine di riferimento*; es.: Vittori C.(1995) Il controllo dell'allenamento dello sprinter. *Atleticastudi*, 26, n.2 marzo/aprile, pp. 115-119. Per i libri: *cognome* dell'autore o degli autori (per intero ed iniziali del nome o dei nomi), *anno* (tra parentesi), *titolo* (in corsivo), *casa editrice, luogo di edizione, collana, eventuali pagine di riferimento*, es.: Schmidt R.A.(1982) *Motor control and learning*. Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois;
- **tavole ed illustrazioni**, originali con didascalie ed indicazioni nel testo con corpo del carattere n. 11;
- breve **curriculum** dell'autore e degli autori ed indirizzo per la corrispondenza.

I nomi di persone citati nel testo e le eventuali sigle, specie se stranieri, devono essere scritti con caratteri minuscoli con la prima lettera maiuscola. Si utilizzano soltanto **unità di misura** con simboli ed abbreviazioni standard. Se le abbreviazioni sono poco conosciute, è necessario definirle alla loro prima apparizione nel testo.

### Studi e statistiche

#### - Biomeccanica

3

*Milan Čoh*

**Analisi biomeccanica della tecnica di sprint - Usain Bolt**

### Metodologia

#### - Biomeccanica

11

*Enrico Lazzarin*

**Analisi biomeccanica della fase di stacco nel salto in lungo**

*Controllo e relazione dei principali parametri per l'ottimizzazione della performance dagli studi di laboratorio alle possibili analisi pratiche sul campo*

#### - Tecnica e prestazione

33

*Claudio Quagliarotti,  
Maria Francesca Piacentini*

**Analisi storico-statistica dei top atleti dei 110hs e 100hs**

#### - Tecnica e prevenzione

43

*Silvia Gandini, Fabio Pilori*

**La spalla del saltatore con l'asta**

#### - Tecnica e biomeccanica

52

*Stefanie Manzer, K. Holländer,  
Klaus Mattes*

**La cinematica del passo nello sprint**

*Confronto della tecnica di corsa dello sprint nella fase di accelerazione di pick-up*

### Formazione continua

60

\* *Convegni, seminari, workshop*

\* *Articoli tecnici:*

*La prova multipla - un percorso di sviluppo verso l'eccellenza sportiva, di Graziano Camellini*

\* *Sintesi di articoli scientifici:*

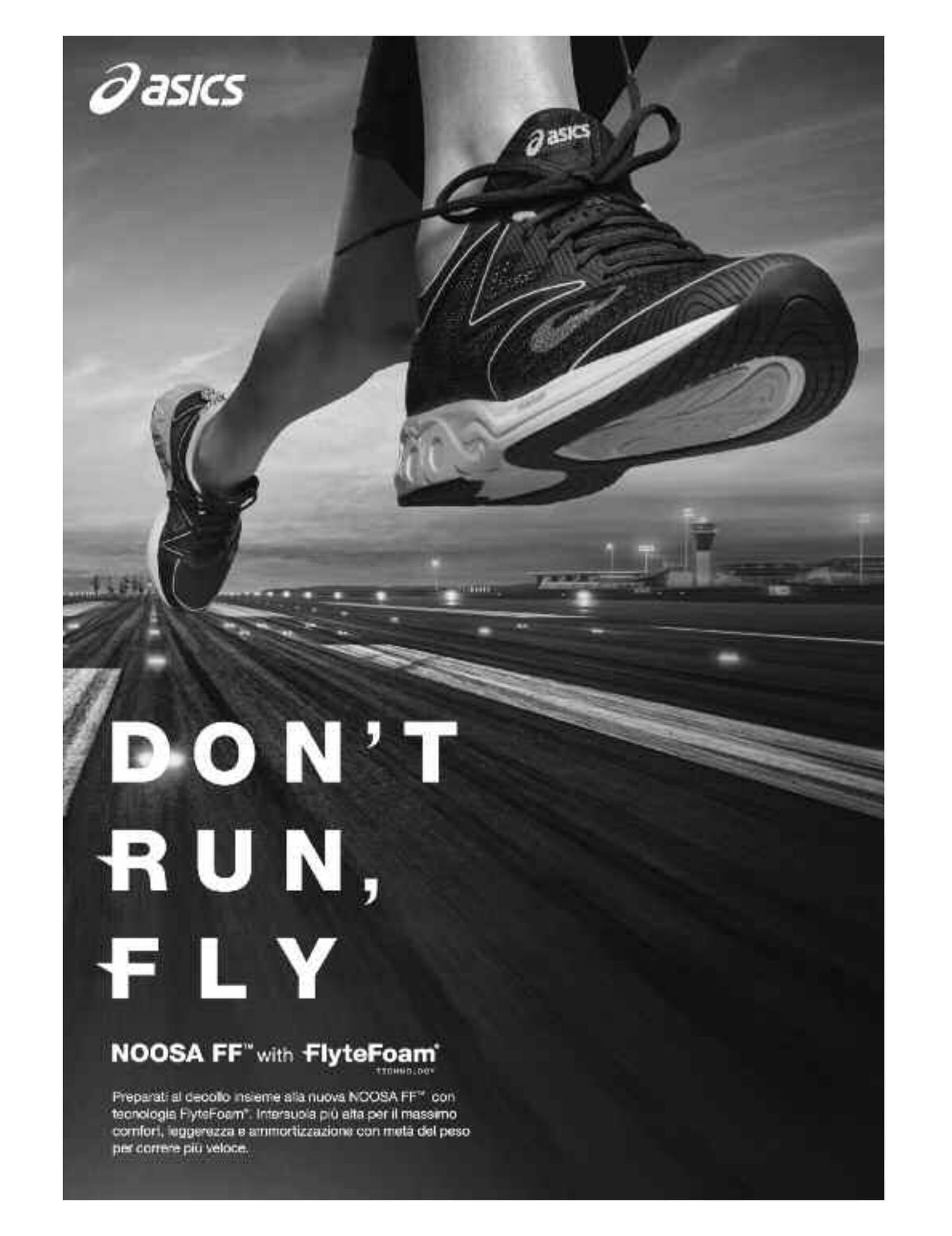
*È necessaria la supplementazione di sodio per evitare la disidratazione durante esercizio prolungato con il caldo? / I podisti più anziani*

*mantengono una economia di corsa giovanile nonostante le differenze biomeccaniche / Massimizzare la prestazione: feedback aumentato, focus o attenzione, e/o ricompensa? / Differenze nella forza tra sessi e supporto di potenza alla programmazione dell'allenamento con l'uso dell'approccio 'mixed-model' / Effetti dell'esecuzione di allenamento simultaneo di resistenza e di forza o pliometrico sull'economia della corsa e sulla prestazione / Analogie e differenze nei modelli di ritmo nelle corse su strada di ultradistanze di 161 e 100 km / Modalità di confronto del test "Kansas squat": pesi liberi vs. 'Smith machine' (castello) / L'incremento acuto della prestazione di salto verticale dopo squat isometrici dipende dall'angolo del ginocchio e dalla capacità di salto verticale / La corsa a piedi nudi riduce il costo di ossigeno submassimale nelle donne di corsa di stanza / Effetti dell'allenamento di forza sull'economia di corsa in runner di alto livello: una ricerca sistematica con meta-analisi su prove controllate*

\* *Rassegna bibliografica*

### Rubriche

- **Recensioni**
- **Abstract** (in italiano, in inglese)
- **Attività editoriali**



**asics**

**DON'T  
RUN,  
FLY**

**NOOSA FF™ with FlyteFoam®**  
TECHNOLOGY

Preparati al decollo insieme alla nuova NOOSA FF™ con tecnologia FlyteFoam®. Intersuola più alta per il massimo comfort, leggerezza e ammortizzazione con metà del peso per correre più veloce.

# Analisi biomeccanica della tecnica di sprint - Usain Bolt

Milan Čoh

Faculty of Sports, University of Ljubljana

## Introduzione

Usain Bolt è uno dei più grandi atleti nella storia dell'atletica leggera. Durante i XII Campionati Mondiali IAAF di Atletica a Berlino nel 2009 ha stabilito il nuovo record mondiale nei 100m, il che ha rappresentato uno di risultati più rimarcabili a livello mondiale in questo sport.

I suoi fenomenali risultati sono soggetti a numerose analisi, dibattiti e discussioni ed anche a studi scientifici biomeccanici approfonditi. Sebbene questi studi siano rari, essi analizzano e spiegano i risultati di Usain Bolt indirettamente sulla base dell'approssimazione di certi modelli fisici e temporali (Erikson, Kristiansen, e Wehus, 2009; Beneke e Taylor, 2010; Beneke, Taylor, e Leithauser, 2011; Taylor e Beneke, 2012; Mackala e Mero, 2013; Hernández et al., 2013). Lo scopo del nostro progetto di ricerca è stato quello di definire parametri biomeccanici obiettivi sele-

zionati della tecnica di due appoggi consecutivi di sprint, usando un'analisi cinematica 2D in condizioni di raggiungimento della massima velocità. Usain Bolt (età: 25, altezza: 1.96 m, peso: 95 kg, IMC: 24.7) è uno sprinter con un incredibile potenziale genetico, che si manifesta nella combinazione ottimale di una eccellente tecnica di corsa, capacità motorie estreme, e le caratteristiche

morfologiche. Ai Campionati Mondiali di Atletica di Berlino nel 2009, quando ha fatto il record mondiale con 9.58, ha sviluppato una velocità di 44.72 km·h<sup>-1</sup> (12.42 m·s<sup>-1</sup>) nella sezione tra i 60 e gli 80 metri (tempo sui 20m = 1.61 s). Questa è stata la più alta velocità assoluta mai raggiunta prima da uno sprinter. La sua efficienza meccanica nella corsa è basata sulla forza relativa, la coordinazione muscolare, la frequenza ottimale dei suoi appoggi, il tempo di contatto al suolo, eccezionalmente corto, e l'estrema lunghezza del suo passo, che è una conseguenza della sua statura (196 cm) (Beneke e Taylor, 2010). Usain Bolt è uno degli sprinter più alti della storia dell'atletica (Charles e Bejan, 2009). La sua partecipazione al World Challenge della IAAF a Zagabria nel 2011, ci ha offerto l'opportunità di eseguire un'analisi biomeccanica del modello della tecnica di corsa di questo grande atleta giamaicano.



## Metodi

L'analisi biomeccanica della tecnica di sprint di Usain Bolt alla massima velocità è stata eseguita durante la competizione internazionale della IAAF, World Challenge (Zagabria, Croazia, 2011), nello stadio di atletica Mladost. Le condizioni climatiche erano ottimali, la temperatura esterna di 23° C, il vento +0.1 m·s<sup>-1</sup>. Abbiamo acquisito il permesso del delegato tecnico e dal Comitato Organizzatore dell'European Athletics per poter effettuare le misurazioni biomeccaniche. La pista era coperta dalla partenza fino alla linea di arrivo da tre telecamere ad alta velocità CASIO – DIGITAL CAMERA EX-F1 (Casio Computer Co., Ltd., Tokyo, Japan), che erano connesse l'una all'altra e sincronizzate.

Nella prima fase abbiamo analizzato la dinamica della velocità di tutti i 7 finalisti/concorrenti in termini di velocità media, numero di passi, frequenza media e lunghezza media del passo in una

gara di 100m. I dati sono stati acquisiti sulla base dei video delle sei telecamere ufficiali della televisione e delle tre telecamere digitali Casio EX-F1. Il tempo di reazione (RT) dei concorrenti alla partenza è stato acquisito dalla squadra di cronometraggio ufficiale della manifestazione (TIMING, Lubiana). I parametri cinematici della corsa di Usain Bolt sono stati analizzati su 85 metri della pista di atletica alla sua massima velocità. Durante l'elaborazione dei dati abbiamo usato il sistema computerizzato APAS (Ariel Performance Analysis System) per l'analisi cinematica 2D. Abbiamo eseguito la digitalizzazione di un modello a 15-segmenti del corpo dell'atleta che è stato definito con 17 punti di riferimento (Winter, 2005).

## Risultati dello studio biomeccanico

Uno sguardo generale sui parametri dei 100m (Tabella 1) mo-

stra che Usain Bolt ha ottenuto il tempo di 9.85 ad una lunghezza media di passo di 2.44 m, una frequenza media di 4.16 passi/s, e una velocità media di 10.15 m·s<sup>-1</sup>. Ha raggiunto una velocità di 12.14 m·s<sup>-1</sup> nella sezione tra i 70 e i 90 metri. Il suo tempo di reazione è stato di 0.194 secondi. Confrontando i 100 metri corsi a Zagabria ai 100m in cui ha stabilito il record mondiale a Berlino e le gare alle Olimpiadi a Beijing e Londra (Tabella 2) notiamo certe differenze ovvie. A Zagabria, Bolt ha avuto un tempo di reazione molto lungo, una frequenza media più bassa e una lunghezza media del passo maggiore. Ha raggiunto la massima velocità nella sezione tra i 70 e 90 metri e non tra i 60 e 80 come a Beijing, Berlino e Londra. Le differenze sono comprensibili, dato che le gare non avevano la stessa importanza, come anche le condizioni dello sprinter il giorno della gara, e diversi concorrenti. Ha ottenuto un tempo di reazione più basso (0.146 s), un nume-

Parametro	Unità	Usain Bolt JAM	Kim Collins SKN	Richard Thompson TRI	Saidy Ndure NOR	Mario Forsythe JAM	Justin Gatlin USA	Ivory Williams USA
100 m	s	<b>9.85</b>	10.01	10.03	10.13	10.16	10.17	10.37
Tempo di reazione (RT)	s	<b>0.194</b>	0.181	0.177	0.167	0.188	0.177	0.156
Velocità media	m·s <sup>-1</sup>	<b>10.15</b>	9.99	9.97	9.87	9.84	9.83	9.64
Numero di passi	n	<b>41.00</b>	49.25	44.5	43.25	46.50	43.25	49-00
Frequenza media del passo	passi/s	<b>4.16</b>	4.92	4.44	4.27	4.58	4.25	4.73
Lunghezza media del passo	m	<b>2.44</b>	2.03	2.25	2.31	2.15	2.31	2.04

Tabella 1 - Parametri dei finalisti nella gara dei 100m al World Challenge IAAF (Zagabria, 2011).

ro minore di passi (40.92 passi), e il passo medio più lungo (2.44 m) a Berlino nel 2009, mentre ha raggiunto la frequenza media più alta (4.28 passi/s) e la minore accelerazione iniziale a 20 metri (2.70 s) a Beijing nel 2008 (Mackala e Mero 2013).

Il tempo di 9.85, che Usain Bolt ha ottenuto al World Challenge della IAAF a Zagabria, non è il suo miglior tempo, sebbene sia estremamente buono. La sua massima velocità nella sezione tra 70 e 90 è stata 43.70 km·h<sup>-1</sup> (12.14 m·s<sup>-1</sup>), che è peggiore di solo 1.02 km·h<sup>-1</sup> rispetto alla sua massima velocità assoluta, raggiunta ai Campionati mondiali di Atletica a Berlino.

Sulla base dell'analisi cinematica di due appoggi consecutivi di sprint nella sezione tra 70 e 90 metri (Tabella 3) abbiamo stabilito che la sua frequenza è stata di 4.36 passi/s, con una lunghezza di passo di m.2.70, un tempo di contatto di 0.086 secondi e la durata della fase di volo di 0.145 secondi. L'analisi cinematica ha anche evidenziato una certa asimmetria, riferita alla lunghezza dell'appoggio di Bolt, la frequenza e l'oscillazione verticale del centro di massa. L'appoggio del piede sinistro è più lungo di 0.046 m, in altre parole dell'1.2%. La differenza nella frequenza tra il piede sinistro e destro è di 0.13 appoggi/s, cioè il 2.8%. La fase di volo è più lunga di 10 ms, quando l'alluce ha completato la spinta dalla gamba sinistra. Con l'alluce sinistro fuori, l'oscillazione

Parametro	Unità	Pechino 2008 <sup>2</sup>	Berlino 2009 <sup>1</sup>	Zagabria 2011	Londra 2012 <sup>2</sup>
100m	s	9.69	9.58	<b>9.85</b>	9.63
Tempo di reazione	s	0.166	0.146	<b>0.194</b>	0.165
Velocità media	km·h <sup>-1</sup>	37.15	37.57	<b>36.54</b>	37.36
Velocità massima	km·h <sup>-1</sup>	43.91	44.72	<b>43.70</b>	44.70
Velocità massima	m·s <sup>-1</sup>	12.20	12.42	<b>12.14</b>	12.41
Sezione della velocità massima	m	60-80	60-80	<b>70-90</b>	60-80
Punto della velocità massima	m	/	65.03	/	
Numeri di passi	n	41.51	40.92	<b>41.00</b>	41.30
Frequenza media dei passi	passi/s	4.28	4.27	<b>4.16</b>	4.37
Lunghezza media dei passi	m	2.41	2.44	<b>2.44</b>	2.42
Velocità al 99%	m	/	48.18	/	/

<sup>1</sup> Biomechanics Report World Championships Berlin, H. Hommel, 2009  
<sup>2</sup> [http://deportes.elpais.com/deportes/2013/08/11/actualidad/1376232415\\_432047.html](http://deportes.elpais.com/deportes/2013/08/11/actualidad/1376232415_432047.html)

Tabella 2 - Analisi comparativa dei parametri della dinamica dello sprint di Usain Bolt.

Parametro	Unità	Gamba destra	Gamba sinistra	Medi gamba D/S
Frequenza passi	passi/s	4.42	4.30	4.36
Lunghezza passo	m	2.68	2.72	2.70
Fase frenante della corsa	%	34.60	40.00	37.30
Fase propulsiva della corsa	%	65.40	60.00	62.70
Fase di contatto	s	0.088	0.083	0.086
Fase di volo	s	0.140	0.150	0.145
Ampiezza verticale del CM	m	0.055	0.041	0.045

Tabella 3 - Parametri cinematici della corsa di Usain Bolt.

verticale del centro di massa è minore di 0.014 m. La velocità è il prodotto tra frequenza e lunghezza del passo. I

parametri sono interdipendenti e determinati individualmente dai processi del controllo centrale del movimento, dalle caratteristiche

morfologiche, dalle capacità motorie e dai processi metabolici (Mero, Komi, e Gregor, 1992; Donati, 1995; Hunter et al., 2004). Mentre la lunghezza del passo dipende dalla statura, dalla lunghezza delle gambe e dalla forza di reazione al suolo, che viene sviluppata dalla caviglia, ginocchio e muscoli adduttori dell'anca (Novacheck, 1998; Hunter et al., 2005), la frequenza del passo dipende dalla funzione del sistema nervoso centrale a livello corticale e subcorticale (Golhofer e Kyrolainen, 1991; Hunter et al., 2005). La relazione tra entrambi i parametri è definita individualmente e specifica per ogni persona. Un incremento nella frequenza ha come risultato una lunghezza minore del passo e viceversa. La velocità massima è sostanzialmente il risultato di una combinazione ottimale della frequenza e lunghezza del passo. Quando Usain Bolt ha fatto il record mondiale dei 100m (9.58 s) la sua frequenza media è stata 4.27 passi/s con una lunghezza media del passo di 2.44 m (Graubner e Nixdorf, 2011). È stata la prima persona nella storia dell'atletica a correre la distanza dei 100m in meno di 41 passi. Altri finalisti dei 100m ai Campionati Mondiali di Atletica a Berlino avevano una lunghezza media del passo di 2.29 m (Mackala e Mero, 2013). La velocità di Bolt è la conseguenza di un'alta frequenza e di un passo estremamente lungo, entrambi aspetti integrati di un movimento economico e

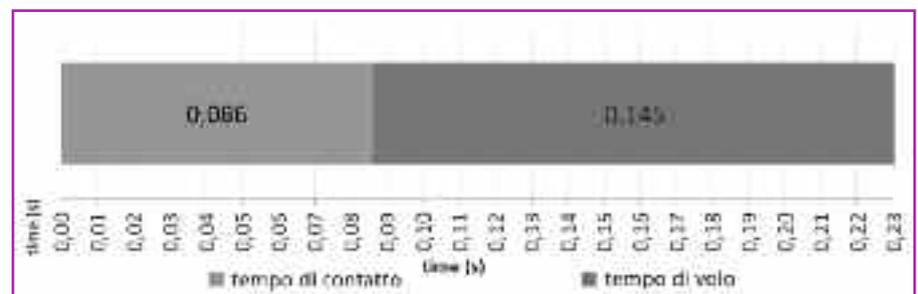
meccanicamente efficace. In uno dei loro studi, Charles e Bejan (2009) hanno stabilito che la lunghezza del passo è uno dei principali fattori della velocità nello sprint. I detentori del record mondiale nei 100m sono diventati più alti e più pesanti negli ultimi 20 anni (Brechue, 2011). Un baricentro più alto, che dipende dalla lunghezza degli arti inferiori e dalla statura evidentemente crea migliori condizioni per lo sviluppo della velocità. Le forze di reazione al suolo sono importanti su distanze più lunghe.

Le analisi dello sprint di Usain Bolt al World Challenge dell'IAAF a Zagabria nel 2011 hanno mostrato che il raggiungimento della velocità massima si è manifestata ad una frequenza di 4.36 passi/s e una lunghezza del passo di 2.70 m nella sezione tra 70 e 90 metri, cosa estremamente atipica per lui. Ciò può probabilmente essere attribuito ad una partenza ed una accelerazione iniziale meno buone in quella particolare gara.

La corsa di sprint genera la meccanica di base della velocità di locomozione. Il focus del nostro la-

voro di ricerca è stata la cinematica di questo elemento cruciale strutturale dello sprint. Il tempo di contatto è uno dei parametri più importanti della corsa di sprint ed anche un parametro, che è estremamente limitato dal tempo (Luhtanen e Komi, 1980; Guissard e Hainaut, 1992; Taylor e Beneke, 2012). Con gli sprinter di alto livello esso dura da 0.075 a 0.095 secondi. In questo spazio di tempo estremamente limitato lo sprinter deve sviluppare un'alta forza di reazione al suolo, che è generalmente da tre a quattro volte più grande rispetto al valore del peso corporeo (Ito e Suzuki, 1992; Donati, 1995; Mero et al., 1992). Lo sviluppo di forza è una conseguenza della connessione della contrazione muscolare eccentrica e concentrica, chiamata ciclo stiramento-accorciamento (Nicol, Avela, e Komi, 2006), che deve essere il più breve possibile. Con Usain Bolt il tempo di contatto medio è 0.086 s, misurato tramite video ad alta frequenza (Figura 1).

Sulla base del tempo di contatto, della durata della fase di volo e del peso dello sprinter abbiamo



**Figura 1** - Rapporto tra fase di contatto e volo della corsa di Usain Bolt.

usato la formula (Taylor e Beneke, 2012)

$$F_{max} = mass \cdot g \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \left( \frac{t_f}{t_v} + 1 \right)$$

per calcolare la forza di reazione massima verticale al suolo, che arriva a 3956.74N. Questa forza corrisponde a 4.1 volte il peso dell'atleta. Il valore della forza massima di reazione al suolo è in qualche modo più grande rispetto al valore, che è stato stabilito da Taylor e Beneke (2012). Questa ricerca ha mostrato il valore di 3600N di forza massima verticale con Usain Bolt (peso = 95 kg, tc = 0.091 ms, tf = 0.132 ms), 3250N con Tyson Gay (peso = 73 kg, tc = 0.070 ms, tf = 0.132 ms) e 3590N con Asafa Powell (peso = 88 kg, tc = 0.080 ms, tf = 0.131 ms). Usain Bolt sviluppa una forza di reazione al suolo verticale estremamente elevata in una fase di contatto molto breve (tc = 0.086 ms). L'approssimazione della forza di reazione al suolo con 41 passi in 100m di sprint mostra che la somma delle forze massimali è uguale a 162.2 kN. La somma di tutti i tempi di contatto al suolo in un 100m di sprint è 3.53 secondi e la somma di tutti i tempi di volo è 5.96 secondi (t 100 (s) = tc 3.53 s + tf 5.96 s = 9.49 s). Il rapporto tra la durata del contatto e la fase di volo è 41% : 59%. Con T. Gay questo rapporto arriva al 47% : 53% e con A. Powell al 39% : 61%. U. Bolt può correre la distanza di 100m in 40.92 passi, T. Gay in 45.94, e A. Powell in 44.45 (Scien-



tific Research Project, IAAF 2011). Sulla base dell'analisi comparativa dei tre sprinter più veloci al mondo possiamo affermare che il vantaggio principale di Usain Bolt è rappresentato dal più basso numero di passi, una frequenza in qualche modo minore, una maggiore forza di reazione al suolo e una maggiore energia media metabolica. Nella loro ricerca, Beneke e Taylor (2010) hanno scoperto che durante i 100m ai XII Campionati Mondiali della IAAF di Berlino nel 2009 l'energia media metabolica, che hanno consumato i finalisti, arrivava a 72.5 W·kg<sup>-1</sup>, mentre U. Bolt ha raggiunto 76.7 W·kg<sup>-1</sup>. La durata del contatto a terra e del volo, tuttavia, non rappresenta un criterio sufficientemente rilevante per l'efficacia della

corsa nello sprint. Ciò che è importante è il rapporto tra la durata della fase frenante e la fase propulsiva (Mero, Komi e Gregor, 1992). Il rapporto di Usain Bolt tra la fase frenante e quella propulsiva è 37.3% : 62.7%, che è un buon indicatore di una tecnica economica della velocità massima di sprint (Taylor e Beneke, 2012) (Tabella 3). La fase frenante dura 0.030 secondi, mentre la fase propulsiva dura 0.056 seconds (Figura 2). La posizione del piede della gamba che sta a terra vicina alla proiezione verticale del centro di massa gioca un ruolo chiave nella fase frenante. Con U. Bolt questa distanza è 0.34 m. Quanto più è corta la fase frenante, minore sarà la riduzione della velocità orizzontale del baricentro (Nova-

check, 1998; Hunter et al., 2004) (Figura 3). All'inizio della fase di contatto, quando il piede viene posto a terra, la velocità orizzontale del baricentro è  $11.44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , mentre è  $12.04 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  alla fine della fase di contatto. La riduzione della velocità orizzontale del baricentro è 4.9%, il che evidenzia una tecnica estremamente razionale ed efficiente. Ma se prendiamo in considerazione solo la fase frenante (dal posizionamento del piede sul terreno fino a che si realizza il movimento verticale della corsa di sprint) la riduzione della velocità arriva al 2.7%. È ovvio che Bolt riduce al minimo la fase frenante (velocità decrescente) e massimizza la fase di propulsione (velocità crescente) della corsa di sprint.

Il secondo importante parametro del mantenimento della velocità orizzontale del baricentro nella fase di contatto è la posizione del piede al momento del primo contatto con suolo. Il piede necessita di essere nella posizione di flessione plantare. Lo sprinter la raggiunge attraverso una corretta pre-attivazione degli adduttori e flessori (gastrocnemio, soleo, tibiale - Komi, 2000). La pre-attivazione deve essere pre-programmata e stimolata con l'aiuto dei centri superiori del sistema nervoso centrale. Deve realizzarsi 40-60 ms prima del contatto al suolo (Komi, 2000; Nicol, Avela e Komi, 2006). La posizione del piede di Usain Bolt punta ad una sua efficace pre-attivazione, che si definisce nell'angolo

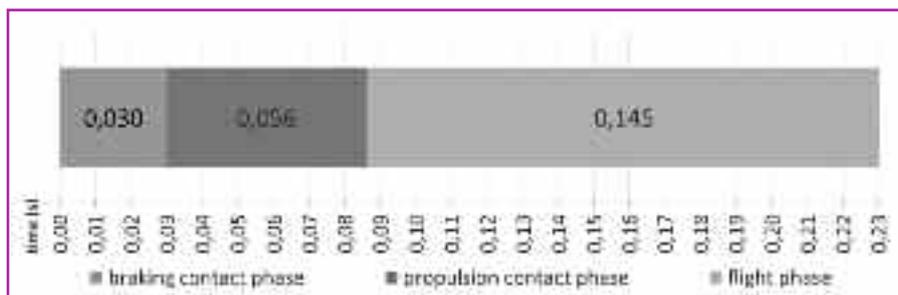


Figura 2 - Rapporto tra fase di contatto frenante (braking) e propulsiva (propulsion) della corsa veloce di Usain Bolt.

tra l'asse longitudinale del piede e il terreno. L'angolo è  $19.5^\circ$ . Nella fase verticale (Figura 3) l'angolo tra l'asse longitudinale del piede e il terreno è  $27.3^\circ$ . La conseguenza della pre-attivazione è una maggiore stiffness muscolare, il che permette una resistenza efficace alla forza di reazione al terreno nella fase di contatto iniziale.

Il parametro della velocità dell'arto libero gioca un ruolo importante nell'economia della ve-

locità di corsa (Figura 3). Per una corsa efficace è necessario assicurare un'alta velocità orizzontale del piede della gamba libera nella fase di contatto e un'alta velocità di presa (grabbing). La gamba libera (gamba - tibia - piede) è l'unico segmento nella fase frenante, che produce la forza propulsiva (Lehmann e Voss, 1997; Novacheck, 1998; Hunter et al., 2004). La velocità orizzontale media del piede di Usain Bolt è  $16.76 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  nella fase frenante

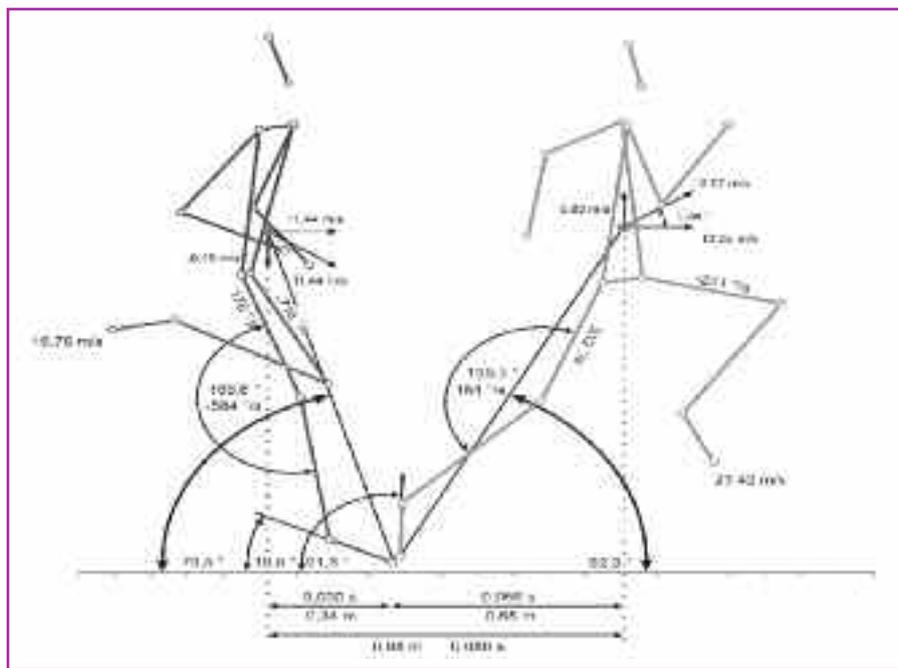


Figura 3 - Parametri cinematici della corsa di velocità di Usain Bolt.



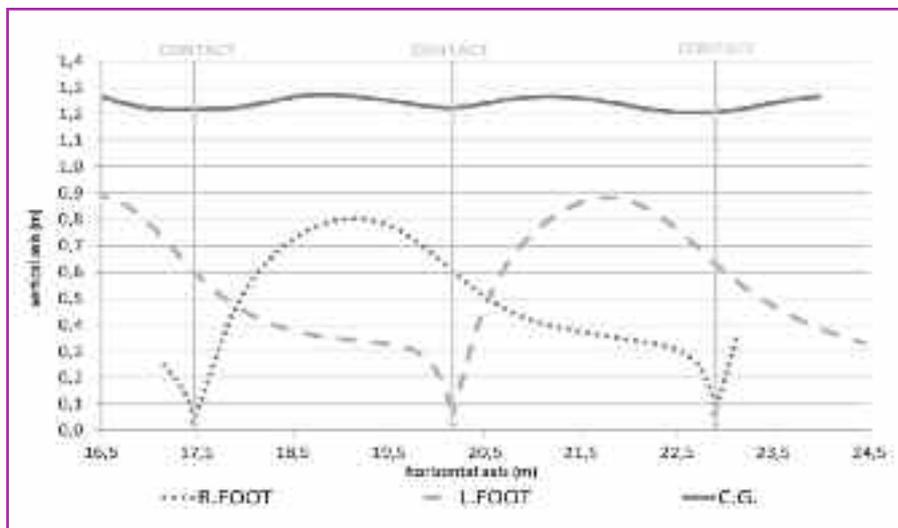
e  $23.42 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  nella fase propulsiva.

Taylor e Beneke (2012) hanno stabilito che l'economia e l'efficacia di Usain Bolt sono basate proprio su un passo con una frequenza più bassa e un appoggio più lungo. La produzione di forza è maggiore con una fase di contatto più lunga ottimale e con produzione di distanze più lunghe percorse durante la fase di contatto.

Con Usain Bolt la forza lavora nella direzione anteriore-posteriore ad una distanza di 0.98m durante 0.086 secondi di tempo di contatto. In quel lasso di tempo può sviluppare un impulso di forza maggiore e con una forza di propulsione maggiore e una mecca-

nica di movimento più efficiente. La forza nella direzione anteriore-posteriore del baricentro nella fase di contatto è definita da

due parametri: l'angolo della gamba a terra nella fase frenante ( $73.5^\circ$ ) e l'angolo dell'alluce nella fase propulsiva ( $62.3^\circ$ ).



*Figura 4 - Traiettoria del movimento del baricentro in direzione verticale di due appoggi di sprint di Usain Bolt*

Un fattore estremamente importante della meccanica della corsa di sprint è l'oscillazione verticale del centro di massa (*Figura 4*). La posizione più bassa del baricentro si verifica nella fase di massima ammortizzazione dell'articolazione del ginocchio, quando la gamba a terra è nella

posizione verticale. L'angolo della massima ammortizzazione nel ginocchio della gamba a terra nella posizione verticale della corsa di Usain Bolt è 1510. L'ampiezza verticale del movimento del baricentro è 0.049m. Le ricerche di alcuni di autori (Mero, Komi, e Gregor, 1992; Hunter et al., 2004)

mostrano che le ampiezze di oscillazione negli sprinter vanno da 0.06 a 0.12 m. L'oscillazione verticale del baricentro di meno di 5cm evidenzia come la tecnica di corsa di Usain Bolt sia estremamente razionale e biomeccanicamente efficiente.

## Bibliografia

- Beneke, R., and Taylor, M. (2010). What gives Bolt the edge - A.V. Hill knew it already. *Journal of Biomechanics*, 43, 2241-2243.
- Beneke, R., Taylor, M., and Leithauser, R. (2011). The fastest men's 100 m sprint final - Stature and step rate were cues for success. *Med Sci Sport Exer*, 43, 688.
- Brechue, W. (2011). Structure-function Relationships that Determine Sprint Performance and Running in Sport. *International Journal of Applied Sports Science*, 23 (2), 313-350.
- Charles, J., and Bejan A. (2009). The evolution of speed, size and shape in modern athletics. *J Exp Biol*, 212, 2419-2425.
- Donati, A. (1995). The development of stride length and frequency in sprinting. *New Studies in Athletics*, 1: 51-66.
- Eriksen, H., Kristiansen, J., and Wehus, I. (2009). How fast could Usain Bolt have run? A dynamical study. *Am. J. Phys.*, 77 (3), 224-228.
- Gollhofer, A., and Kyrolainen, H. (1991). Neuromuscular control of the human leg extensor muscles in jump exercises under various stretch-load conditions. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 34-40.
- Graubner, R., and Nixdorf, E. (2011). Biomechanical Analysis of the Sprint and Hurdles Events at the 2009 IAAF World Championship in Athletics. *New Studies in Athletics*, 1: 19-53.
- Guissard, N., and Hainaut, K. (1992). EMG and mechanical changes during sprint start at different front block obliquities. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 24 (11), 1257-1263.
- Hunter, J., Marshall, R., and McNair, P. (2004) Interaction of Step Length and Step Rate during Sprint Running. *Medicine and Science in Sport and Exercises*, 36 (2):261-271.
- Ito, A., and Suzuki, M. (1992). The mens 100 metres. *New Studies in Athletics*, 4: 47-52.
- Komi, P. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33 (10), 1197-2006.
- Lehmann, F., and Voss, G. (1997). Innovationen für den Sprint und Sprung: "ziehende" Gestaltung der Stützphasen - Tiel 1. *Leistungssport*, 6: 20-25.
- Luhtanen, P., and Komi, P.V. (1980). Force-, power- and elasticity-velocity relationship in walking, running and jumping. *European Journal of Applied Physiology* 44 (3): 279-289.
- Mackala, K., and Mero, A. (2013). A Kinematics Analysis Of Three Best 100 M Performances Ever. *Journal of Human Kinetics*, 36, 149-161.
- Mero, A., Komi, P.V. and Gregor, R.J. (1992). Biomechanics of Sprint Running. *Sport Medicine* 13 (6): 376-392.
- Nicol, C., Avela, J., Komi, P. (2006). The Stretch-Shortening Cycle. *Sports Medicine*, 36 (11), 977-999.
- Novacheck, T. (1998). The biomechanics of running, *Gait and Posture*, 7, 77-95.
- Taylor, M., Beneke R. (2012) Spring Mass Characteristics of the Fastest Men on Earth. *Int J Sports Medicine*, 33, 667-670.
- Winter, D. (2005). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. Canada: John Wiley and Sons. Inc.

# Analisi biomeccanica della fase di stacco nel salto in lungo

**Controllo e relazione dei principali parametri per l'ottimizzazione della performance dagli studi di laboratorio alle possibili analisi pratiche sul campo**

Enrico Lazzarin

## 1. Introduzione

L'obiettivo di questo lavoro consiste nel realizzare e proporre un modello di riferimento da utilizzare da parte dei tecnici personali (durante gli allenamenti) e tecnici federali (durante i raduni) per realizzare video e raccogliere dati da analizzare e condividere. Tutto ciò deve passare attraverso una precisa predisposizione di quanto si vuole analizzare e soprattutto poter confrontare con gli stessi parametri.

Partendo da un'analisi biomeccanica professionale determiniamo di analizzare:

- la posizione dei vari segmenti corporei dell'atleta;
- la velocità orizzontale e verticale durante la fase di stacco;
- la correlazioni dei parametri Forza, Velocità, angolo di stacco.

Tutto questo per determinare una configurazione che permetta di massimizzare la lunghezza del sal-

to e di sviluppare una serie di esercitazioni mirate al miglioramento di ogni singola fase nell'avvicinamento e nell'azione di stacco.

## 2. Breve descrizione del gesto

Il salto in lungo è certamente la specialità più naturale dei quattro tipi di salto presenti nell'atletica leggera. I motivi di una buona riuscita del salto vanno ricercati soprattutto nella velocità che si esprime allo stacco dopo la rincorsa e nella capacità che ha l'atleta di trasformarla, tramite lo stacco, in un salto.

## 3. Analisi biomeccanica del salto in lungo

Nella fase di volo del salto, il moto del baricentro dell'atleta può essere paragonato, con le dovute considerazioni, al moto di un proiettile in aria. Pro-



cedendo con questa analogia, come è noto, la traiettoria ottimale del centro di massa in grado di consentire, a parità di velocità iniziale, la massima gittata, e quindi, la massima lunghezza del salto, dovrebbe prevedere un angolo di stacco di 45°. Tale assunzione è, però, vera solo se il punto di stacco e di atterraggio si trovano allo stesso livello. Nel salto, invece, all'istante dello stacco il centro di massa si trova ad una altezza elevata, in quanto l'atleta ha il corpo completamente proteso avanti e le braccia verso l'alto; mentre nella fase di atterraggio il centro di massa si trova ad un livello più basso rispetto al punto di stacco in quanto il corpo del saltatore è raccolto su se stesso (Figura 1). È da rilevare, inoltre, che se nell'analisi si individuasse come posizione iniziale della traiettoria del centro di massa la stessa altezza riscontrata nel punto di atterraggio, si introdurrebbero molti errori, dovuti al fatto che l'atleta si troverebbe ancora in fase di spinta e, quindi, soggetto a forze esterne esercitate sul terreno. Da tali considerazioni si può dedurre che la lunghezza del salto è fortemente determinata dalle condizioni di stacco. Infatti, per una buona performance, è necessaria, oltre ad un'elevata velocità d'ingresso, un'alta posizione del centro di massa nell'istante dello stacco. Basandosi sulle leggi della balistica, è possibile descrivere il salto e, quindi, determinarne la di-

stanza tramite l'equazione [1]:

$$d = \frac{v^2 \sin(2\theta)}{2g} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2(\theta)}} \right]$$

dove si è definito  $v$  la velocità di stacco,  $\theta$  l'angolo di stacco,  $h$  l'altezza relativa di stacco e  $g$  la costante gravitazionale. Nella figura 1 sono visualizzate tali grandezze.

La ricerca dell'angolo di stacco migliore, in grado di massimizzare la lunghezza del salto  $d$ , ricavabile dall'equazione non è di semplice realizzazione in quanto  $v$ ,  $h$  e  $\theta$  non sono variabili indipendenti. Infatti, sia la velocità di stacco  $v$ , sia l'altezza relativa  $h$  sono in funzione dell'angolo di stacco  $\theta$ . Questo implica che prima di poter calcolare l'angolo di stacco bisogna misurare i valori di  $v(\theta)$  e  $h(\theta)$  fatti registrare dall'atleta e sostituirli nell'equazione. In tutti gli studi viene indicato quale valore ottimale dell'angolo di stacco un angolo compreso tra i 20°- 25°. L'incremento dell'angolo di stacco comporta una riduzione della velocità di entrata, la quale viene, invece, massimizzata quando il saltatore usa la sua completa rincorsa ed un angolo di stacco minimo. Anche la velocità di entrata è, dunque, un parametro fondamentale.

In uno studio del 2002 [2], effettuato su dei gruppi di atleti professionisti, per valutare le variazioni

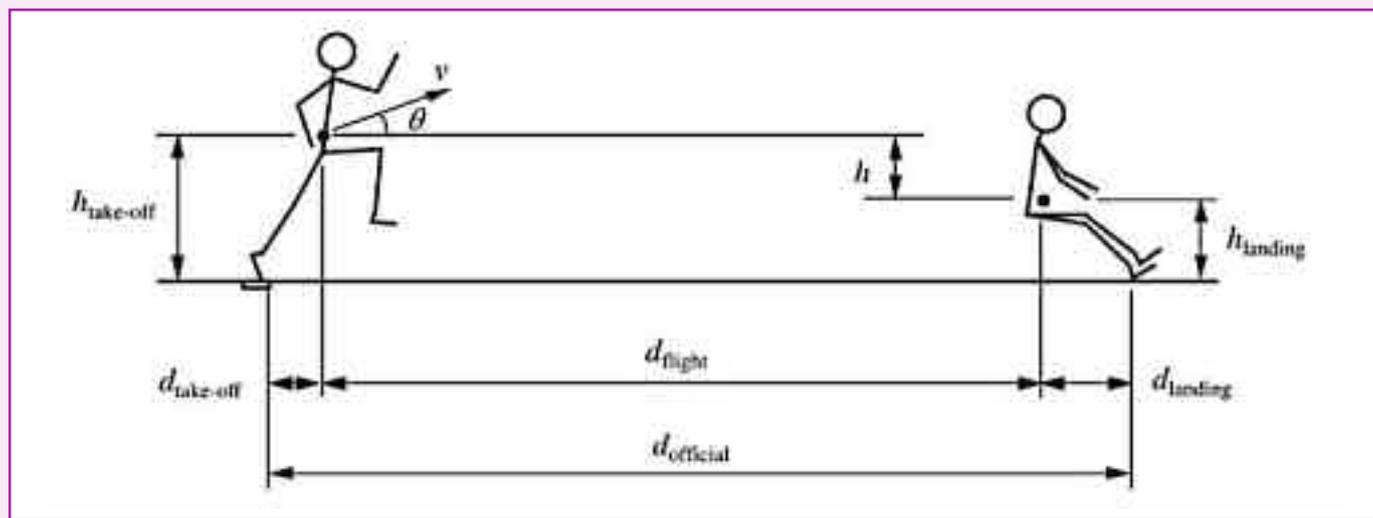


Figura 1 - Variabili del salto.

di distanza del salto al variare della velocità, è emerso che per ogni incremento di 0,1 m/s si può notare un aumento nella lunghezza del salto di circa 8 cm. È altresì vero, che una maggior velocità comporta per l'atleta, un maggior sforzo nella fase di stacco, in quanto, per mantenere lo stesso angolo di stacco è necessario imprimere più forza al suolo. Inoltre, per evitare una flessione troppo ampia del ginocchio, negli istanti successivi all'appoggio del piede di stacco, con una conseguente riduzione della velocità orizzontale, il saltatore deve sviluppare un elevato valore di forza per mantenere l'articolazione in posizione estesa [3].

#### 4. Analisi biomeccanica comparativa dei due salti in lungo migliori del mondo

La gara di salto in lungo, sicuramente di maggior prestigio, fu quella disputata dagli atleti americani Mike Powel e Carl Lewis, durante i Campionati del Mondo di Atletica leggera in Tokio nel 1991 nella quale entrambi migliorarono il vecchio record mondiale di 8,90 m stabilito durante le Olimpiadi del 1968 a Città del Messico da Bob Beamon, saltando rispettivamente 8,95 m e 8,91m.

Entrambi gli atleti furono filmati, usando due telecamere poste sul lato destro e frontalmente, al fine di ottenere dei parametri tridimensionali. L'analisi biomeccanica del miglior salto di ogni atleta [4], fu svolta utilizzando il sistema "Ariel Performance Analysis System".

Le caratteristiche di rilevanza biomeccanica furono ottenute secondo lo studio effettuato nel 1990 da Nixford e Bruggermann[5], considerando le tre fasi consecutive del salto:

- Approccio;
- Stacco;
- Volo e atterraggio.

I risultati dei salti, oggetto dell'analisi, furono ottenuti in differenti condizioni ambientali, di cui sicuramente, la più importante fu la velocità del vento. Il salto di Lewis, infatti, fu accompagnato, se-

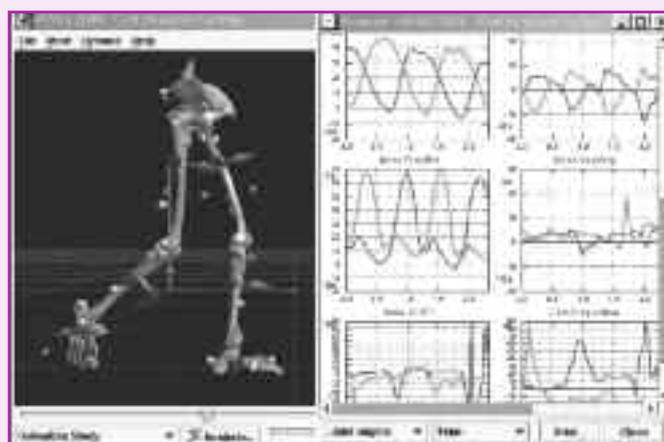


Figura 2 - Sistema Ariel Performance Analysis System (APAS).

condo le misurazioni ufficiali di gara, da un vento favorevole di 2,9 m/s, che ovviamente influenzò il risultato finale. Risulta molto complicato stimare l'effettivo contributo del vento nella performance dell'atleta. Secondo alcune prudenti stime, si possono attribuire al contributo del vento, almeno 10-15 cm sulla misura finale ottenuta da Lewis [5,6]. Nell'analisi dei salti si sono studiati gli ultimi passi della rincorsa degli atleti, riscontrando delle notevoli differenze soprattutto negli ultimi due appoggi della rincorsa, dovute alle differenti tecniche di salto espresse da questi due grandi campioni. Lo studio degli ultimi passi della rincorsa, che verranno di seguito analizzati distintamente, è utile per determinare le diverse tecniche individuali dei due atleti. Tutti i valori di rilevanza biomeccanica, fatti registrate dagli atleti nel loro salto migliore, sono riportati sotto forma di grafici.

#### Powel

Il penultimo appoggio della rincorsa (lunghezza: 2,47 m) è contraddistinto da un calo sia della velocità orizzontale, sia della velocità verticale del centro di massa, dovuto al abbassamento dell'atleta in preparazione della spinta finale. A tale riduzione si contrappone una posizione del corpo vicina alla verticale (angolo dell'anca destra della gamba in appoggio di 163°, angolo al ginocchio di 162°) ed una modesta variazione della gamba di supporto, la qua-

le non viene praticamente flessa. Questi movimenti, coadiuvati dalla potente azione muscolare sviluppata dalla gamba sinistra e dalla spinta attiva in avanti del tronco, che passa da  $87^\circ$  a  $80^\circ$ , hanno permesso a Powel di entrare nell'ultimo passo senza un'eccessiva perdita di velocità orizzontale.

Nella fase di volo dell'ultimo appoggio, si nota un abbassamento del centro di massa dell'atleta di 8 cm, che raggiunge il suo minimo assoluto in altezza, misurato in 97 cm, ed una rapida variazione dell'angolo al tronco.

Nell'istante di stacco si nota un marcato avanzamento della gamba di spinta rispetto alla proiezione del centro di massa ed un'azione concentrica (solitamente eccentrica) delle articolazioni dell'anca e del ginocchio. La velocità angolare dell'anca, nell'intervallo tra  $160^\circ$  e  $180^\circ$  aumenta notevolmente, raggiungendo valori elevati ( $1100^\circ/\text{sec}$ ), mentre la velocità del ginocchio, pur lavorando in maniera attiva (con una variazione da  $160^\circ$  a  $178^\circ$ ), si riduce in quanto, tale articolazione, funge da unico elemento di assorbimento dell'impatto con il suolo. In questa fase la velocità della gamba di appoggio aumenta. Il movimento della gamba libera, dopo aver passato il punto di "Mid swing", prevale su quello dell'arto di spinta, il cui angolo continua ancora a variare, seppur con velocità angolari molto più basse. La fase finale della spinta è dovuta, quindi, all'azione dell'arto oscillante. Durante la rullata del piede di stacco dell'atleta si registra una riduzione di oltre 2 m/s della velocità orizzontale del centro di massa che scende da 9,27 m/s, alla quale corrisponde un aumento di 4,26 m/s della velocità verticale (inizialmente a zero a causa dell'impatto con il suolo) realizzato da un energico movimento delle

pelvi. L'angolo di stacco risultante è di  $24,6^\circ$ .

## Lewis

Lewis, a differenza di Powel, inizia la preparazione della spinta finale, durante la fase di spinta del terzo passo di rincorsa, nella quale si nota un abbassamento del centro di massa di 3 cm.

L'atleta abbandona il contatto con il terreno con un'elevata velocità orizzontale (11,8 m/s) e con una posizione del busto molto inclinata in avanti. Nel passo successivo, si nota un ulteriore abbassamento di 10 cm del centro di massa, che raggiunge il minimo assoluto in altezza (94 cm), mentre il tronco raggiunge la posizione verticale. In questa fase

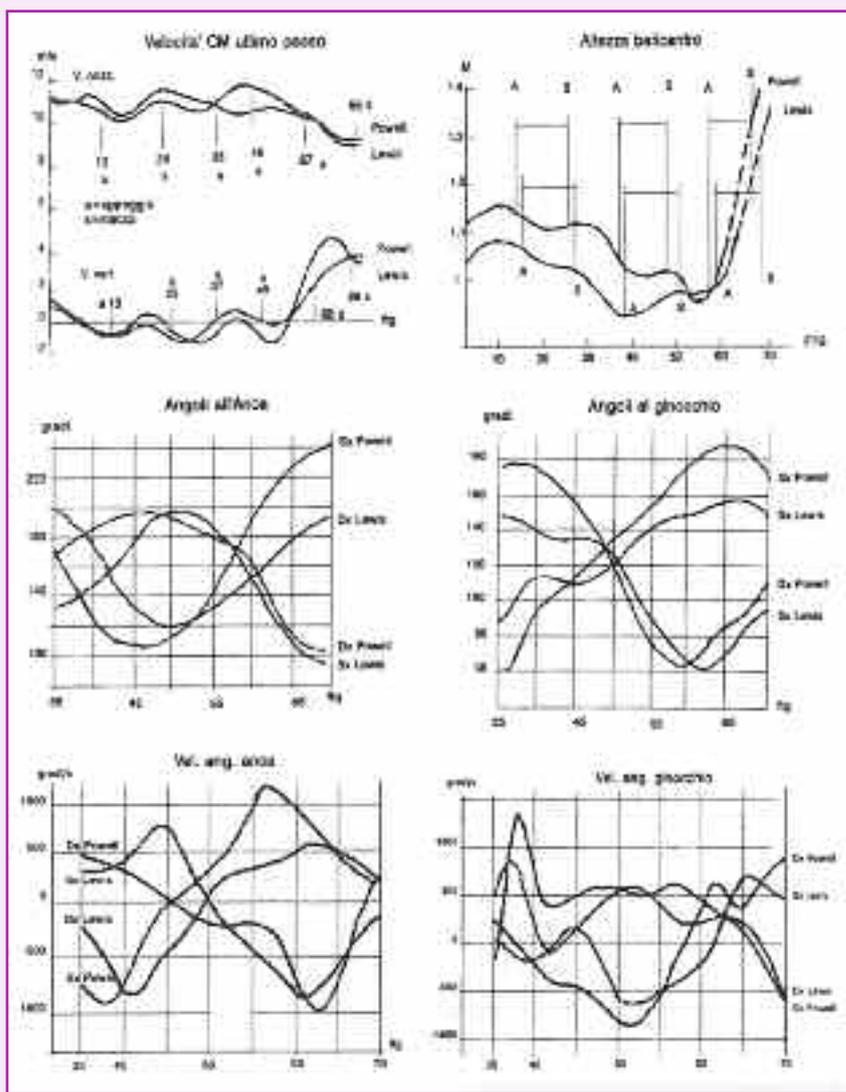


Figura 3 - Parametri biomeccanici dei due atleti.



l'angolo dell'anca della gamba sinistra di supporto è di  $132^\circ$ , mentre l'angolo al ginocchio è di  $142^\circ$ . L'assorbimento dell'impatto con il suolo provoca la flessione dell'articolazione del ginocchio ed è una riduzione angolare di circa  $10^\circ$ .

L'anca sinistra si estende di circa  $19^\circ$  raggiungendo una velocità angolare di  $600^\circ/\text{sec}$ . L'anca destra, invece, effettua un'oscillazione con un velocità di  $850^\circ/\text{sec}$ , in modo da contribuire all'uscita dal punto più basso del passo.

Da questo istante il centro di massa inizia a spostarsi verso l'alto. L'ultimo passo risulta essere molto breve (1,88 m) e la fase di volo è trascurabile, mentre l'altezza del centro di massa viene mantenuta costante. Questa posizione del corpo è resa possibile dall'appoggio della gamba di supporto sul terreno con un movimento verticale verso il basso senza una spinta pronunciata e con un veloce movimento del bacino ( $1250^\circ/\text{sec}$ ).

La spinta è caratterizzata da un movimento a frusta dell'arto oscillante e dall'estensione del ginocchio e della gamba di supporto. La velocità orizzontale scende da 10,5 a 9,1 m/s, mentre la velo-

cità verticale aumenta di 3,37 m/s. L'angolo di stacco risultante è di  $20,3^\circ$ .

E da considerare che tutto quanto riportato sopra può essere effettuato con sistemi di acquisizione video e software molto sofisticati e costosi. Oggi, comunque, si possono estrapolare dati utili anche attraverso l'uso di strumentazioni a basso costo che, se utilizzate costantemente, possono contribuire ad analizzare e migliorare errori tecnici che l'occhio dell'allenatore, alle volte, non riesce a percepire.

## 5. Esperienza personale di analisi biomeccanica sul salto in lungo

In questa sezione vengono illustrati i principali risultati ottenuti da un'analisi biomeccanica, svolta in collaborazione con il laboratorio di biomeccanica, dipartimento di Ingegneria meccanica di Padova, nell'anno 2002, con atleti di interesse nazionale di cui sono stato allenatore. Si illustreranno inoltre, per ogni Tester, le relazioni esistenti tra i parametri analizzati ed i potenziali margini di miglioramento calcolati [8].

### 5.1. Descrizione dell'attrezzatura utilizzata - Sistema di Visione

Il sistema di visione è caratterizzato da una frequenza di acquisizione di 100Hz, ottima per i movimenti di corsa a medio-bassa velocità. Per movimenti a velocità più elevate, quali ad esempio la corsa e il salto, sarebbe auspicabile, al fine di analizzare in maggior dettaglio le fasi salienti del movimento, poter usufruire di una frequenza superiore ai 100Hz. L'attrezzatura utilizzata è costituita dai seguenti elementi:

- sei telecamere a raggi infrarossi coassiali, dotate di telecamera ottica con lente da 6 mm con possibilità di regolazione dell'apertura del diaframma e della distanza focale;
- sei cavalletti di supporto per sorreggere le telecamere;

- due acquisitori elettronici in grado di ricevere i segnali di tre telecamere ciascuno, e di inviarli alla scheda hardware posta nel computer fornito in dotazione;
- due schede hardware, inserite su di due slot PCI (Peripheral Component Interconnect) della scheda madre del computer, in grado di ricevere, ciascuna, i segnali provenienti dalle tre telecamere. Le schede hanno il compito di trasformare il segnale, già parzialmente elaborato dagli acquisitori, in modo da renderlo compatibile con il software di analisi installato nel computer;
- un Personal Computer, adibito all'elaborazione ed al salvataggio dei dati acquisiti, tramite il software in esso installato;
- una confezione di n° 40 markers, costituiti da una sferetta di materiale plastico rivestita esternamente da nastro rifrangente di larghezza 4 mm e dotata di supporto per il fissaggio, di diametro 10 mm, all'estremità inferiore. Tali markers, sono detti "passivi", in quanto non permettono l'invio di nessun tipo di segnale agli acquisitori, ma consentono, solamente, la riflessione della luce infrarossa irradiata. Inoltre, essendo praticamente identici, non sono distinguibili l'uno dall'altro. Questo implica che la ricostruzione della traiettoria di ciascun marker, è possibile solo a posteriori, mediante l'apposita operazione di "tracking", prevista dal software di elaborazione.

#### • SISTEMA DI ACQUISIZIONE

Per l'acquisizione è stato utilizzato il sistema "SMART Capture" della ditta Emotion, che prevede una versione (1.10.35.0) adatta per un corretto uso delle telecamere con forte luminosità come ad esempio prove all'aperto con giornata soleggiata. Il programma permette le seguenti funzioni:

- acquisire ed interpretare la procedura di calibrazione;
- acquisire le informazioni, relative alle prove eseguite.

#### • SISTEMA DI RICOSTRUZIONE TRIDIMENSIONALE

La ricostruzione tridimensionale della posizione

dei markers è affidata al programma "SMART tracker", della ditta Emotion. Questo software permette di trasformare i dati bidimensionali di ogni singola telecamera in un'unica immagine tridimensionale e di individuare, inoltre, in maniera univoca, il percorso di ogni singolo marker. L'operazione di "tracking", per cui è stato appositamente realizzato questo programma, viene eseguita subito dopo aver determinato e ricostruito i valori delle coordinate dei markers.

## 5.2. Modelli realizzati per l'analisi dei risultati

### 5.2.1. Calcolo dell'angolo di stacco

Per calcolare l'angolo di stacco (o di proiezione), sono state usate delle semplici analogie matematiche. Infatti, ricorrendo alla geometria analitica si può facilmente determinare il coefficiente angolare di una retta passante per due punti  $P_0$  e  $P$ . Se tale retta, visibile in figura 4, a pagina seguente, non è parallela all'asse  $X$  e, quindi, se  $x_0$  è il coefficiente angolare  $m$ , che per definizione è uguale alla tangente trigonometrica dell'angolo, vale:

$$m = \operatorname{tg} \alpha = \frac{y - y_0}{x - x_0}$$

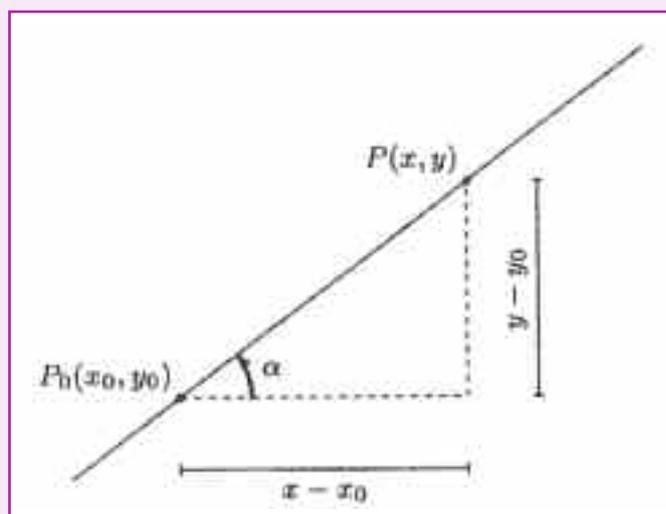


Figura 4 - Retta passante per due punti non parallela all'asse  $X$ .

Se si suppone che i punti  $P_0$  e  $P$  siano individuati dalla posizione del centro del bacino, all'istante di stacco e nel frame immediatamente successivo, è possibile calcolare, con la medesima formula, il coefficiente angolare della retta  $c$  di figura 5, congiungente i due punti.

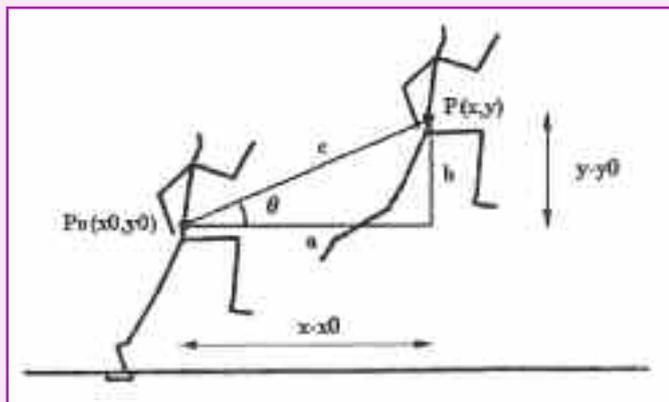


Figura 5 - Calcolo dell'angolo di stacco.

Una volta noti i valori dei cateti  $a$  e  $b$  dell'ipotetico triangolo  $abc$  di figura 5 e, data la definizione di coefficiente angolare si può, dunque, determinare il valore dell'angolo di stacco:

$$\tan \theta = \frac{b}{a} = \frac{y - y_0}{x - x_0} \Rightarrow \theta_{RAD} = \arctan\left(\frac{y - y_0}{x - x_0}\right)$$

$$\Rightarrow \theta_{GRADI} = \left[ \arctan\left(\frac{y - y_0}{x - x_0}\right) \right] \cdot \frac{180}{\pi}$$

### 5.2.2. Calcolo della forza sviluppata allo stacco

Per il calcolo della forza sviluppata allo stacco, si è analizzata la variazione della quantità di moto  $p$  del centro di massa dell'atleta durante l'intera fase di caricamento, antecedente allo stacco. Gli istanti iniziali e finali della fase di caricamento sono stati determinati considerando l'andamento della velocità vettoriale, ponendo come riferimento, rispettivamente, il punto di nadir, coincidente con la forza di appoggio mediano del piede di stacco dell'atleta ed il valore rilevato nell'istante di stacco. Considerando, ad esempio, la figura 6, la fase di carica-

mento inizia all'istante 0,04 sec, in cui si nota una netta flessione nei valori di velocità, provocata dall'azione eccentrica dell'arto di appoggio al contatto del piede con il suolo e termina in corrispondenza dell'istante 0,12 sec. che individua il punto di stacco, evidenziato, nel grafico con una linea verticale.

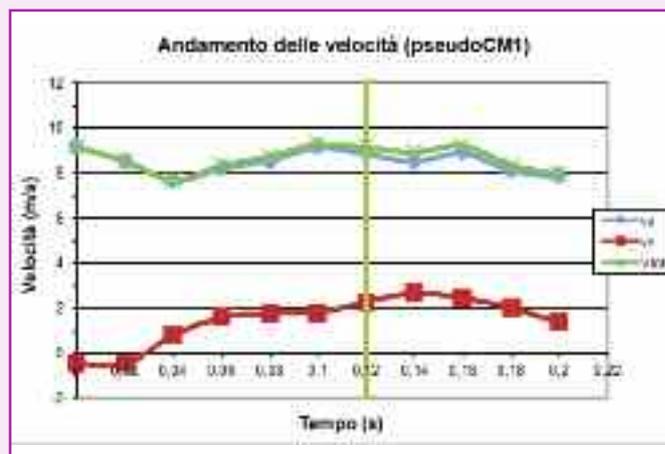


Figura 6 - Andamento delle velocità del CM calcolato all'atleta.

La rapidità di variazione della quantità di moto del centro di massa di un corpo è proporzionale alla forza netta agente su di esso e di direzione concorde a tale forza.

Trascurando le forze esterne dovute all'attrito con l'aria, la forza espressa dall'atleta allo stacco, sarà uguale alla forza netta agente sul suo centro di massa. Esplicitando tali considerazioni, si giunge alla seguente equazione, che individua tutte le forze agenti sul centro di massa di un corpo:

$$F = \frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}(m \cdot v) = m \cdot \frac{\partial v}{\partial t} = m \cdot a$$

dalla quale si ottiene la risultante della forza di stacco sviluppata dall'atleta:

$$F_{RIS\_STACCO} = \frac{\partial P}{\partial T} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

### 5.2.3. Calcolo del centro di massa

Nell'analisi dei modelli (sono stati utilizzati due modelli) si sono importati, per ogni prova, i dati forniti dal programma "SMART tracker", relativi alla posizione ed alla velocità istantanea di ogni singolo frame del file acquisito, dei markers collocati, rispettivamente, sulle due spine iliache posteriori di un modello e su tutte e quattro le spine iliache dell'altro modello, che individuano il segmento Bacino, in riferimento agli assi X, Y e Z.

In questo modo, mediante un foglio di calcolo, realizzato in Excel® è stata calcolata il centro di massa del tester impegnato nell'azione di salto, e si sono valutati i relativi andamenti della posizione (traiettoria del CM) e delle velocità orizzontali, verticali e vettoriali. Per calcolare l'esatta posizione del baricentro in ogni fase del salto si sono utilizzati i valori riferiti alle lunghezze, al peso ed alle posizioni relative dei baricentri dei vari segmenti corporei presenti nelle tavole di Dempster [9] (per i parametri mancanti si sono confrontati i lavori di Braune e Fischer[10]), basate su delle accurate misurazioni effettuate su otto cadaveri di soggetti di sesso maschile e di corporatura media. È da notare che l'assunzione di tali valori comporta alcune limitazioni, dovute al fatto che le dimensioni ed i pesi relativi dei segmenti corporei variano leggermente al discostarsi dei valori medi di altezza totale e peso riferito al campione analizzato da Dempster, pari a 1750 mm e 670 N (68,4 kg). Inoltre poiché lo studio è stato condotto solo su soggetti di sesso maschile, i parametri ricavati per l'atleta di sesso femminile possono discostarsi lievemente dai valori reali.

### 5.2.4. Caratteristiche dei Testers

	Sesso	Età	P.B. / Titoli vinti
Tester M1	M	26	7,93 m (2000) Campione Italiano senior 1998
Tester F1	F	25	6,50 m (2002) Campionessa italiana senior 2000 e 2002

### 5.3.1. Relazioni tra angolo di stacco, velocità di stacco e lunghezza del salto

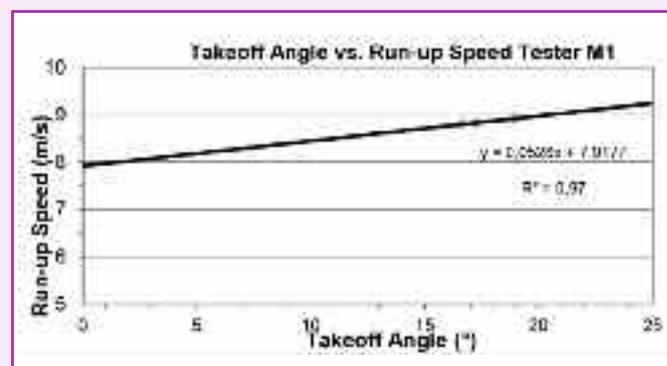
Tester	Angolo stacco (°)	Velocità stacco (m/s)	Lungh. Salto (m)	FRIS_STACCO (N)
M1 - 1salto	17,29	9,12	7,22	1857,1
M1 - 2 salto	16,64	8,98	7,15	1738,1
M1 - 3 salto	18,90	9,27	7,22	2107,2

*Tester M1 - Principali parametri rilevati.*

I valori registrati hanno permesso di stabilire alcune relazioni lineari tra le grandezze misurate. Nei grafici si riportano le equazioni delle rette, indicanti le leggi di proporzionalità. Il Tester M1, incrementando la velocità di entrata di 0,1 m/s aumenta di 8,13 cm la lunghezza del salto (in accordo con i valori presentati in letteratura) e di 1,89° l'angolo di stacco.



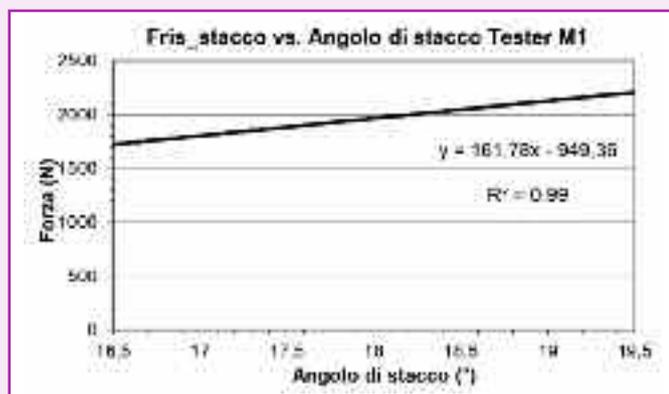
*Tester M1 - Relazioni tra velocità di stacco e lunghezza del salto.*



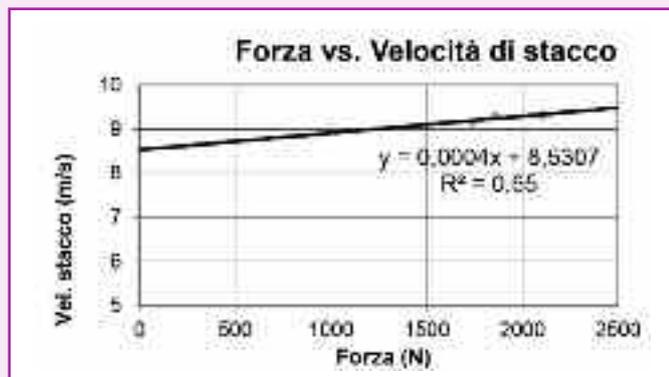
*Tester M1 - Relazioni tra velocità e angolo di stacco.*

### 5.3.2. Relazioni tra forza risultante di stacco, velocità ed angolo di stacco

I valori di forza risultante di stacco, hanno permesso di stabilire le relazioni esistenti tra tale parametro, la velocità di stacco e l'angolo di proiezione. Come si può osservare nei grafici sottostanti, si nota un incremento nella forza esercitata dall'atleta al suolo di 250 N per ogni aumento di 0,1 m/s della velocità di entrata mentre si registra un aumento di 161 N per ogni grado di incremento nell'angolo di stacco.



Tester M1 - Relazioni tra forza e angolo di stacco.



Tester M1 - Relazioni tra forza e velocità di stacco.

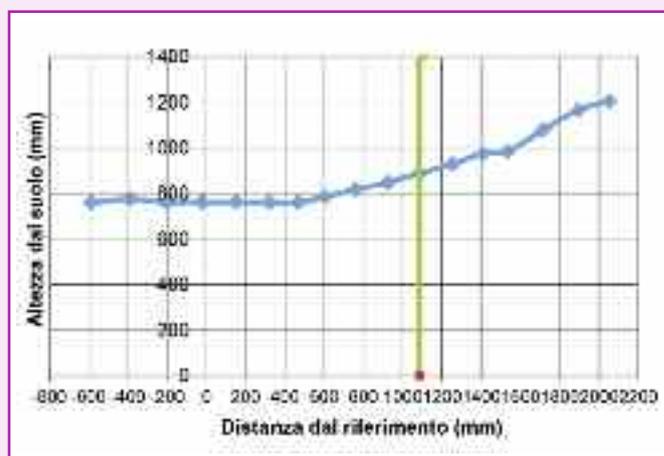
### 5.3.3. Descrizione dell'azione di salto e potenziali margini di miglioramento

Nei grafici successivi, sono rappresentati gli andamenti delle velocità e della traiettoria del baricentro del primo salto effettuato dal Tester M1.

Gli andamenti caratteristici di questi due grafici, permettono di comprendere, coadiuvati dalle ri-



Tester M1 - Andamento delle velocità.



Tester M1 - Traiettoria del Centro di Massa.

prese video, la dinamica dell'azione di salto. Infatti, l'innalzamento della traiettoria del centro di massa e nei valori di velocità, indica che l'atleta nella fase di caricamento inizia a proiettarsi in direzione frontale-verticale. Nell'istante di stacco l'atleta, per elevarsi dal suolo, converte parte della velocità orizzontale in velocità verticale. In volo il saltatore riduce la sua velocità, essendo soggetto alla sola accelerazione gravitazionale ed all'attrito dell'aria. Utilizzando l'equazione

$$d = \frac{v^2 \sin(2\theta)}{2g} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{2gh}{v^2 \sin^2(\theta)}} \right]$$

che descrive il moto parabolico dell'atleta durante il salto, si sono stimati i seguenti margini di incremento nella performance totale al variare dell'an-

Salto	Angolo di stacco effettivo			Angolo di stacco 1			Angolo di stacco 2		
	Angolo	Misura	F <sub>ris_stacco</sub>	Angolo	Misura	F calcolata	Angolo	Misura	F calcolata
1	17,29°	7,22 m	1857 N	20°	7,65 m	2294 N	22°	7,95 m	2617 N
2	16,65°	7,15 m	1738 N	20°	7,65 m	2280 N	22°	7,94 m	2604 N
3	18,91°	7,22 m	2107 N	20°	7,41 m	2283 N	22°	7,74 m	2607 N

*Tester M1 - Principali parametri rilevati.*

golo di stacco, mantenendo costante la velocità di ingresso fatta dall'atleta, riportati nella tabella in fondo alla pagina.

Per un più corretto utilizzo dei parametri riportati, al fine di valutare se i potenziali miglioramenti siano realizzabili o meno, si sono stimate le forze che l'atleta dovrebbe essere in grado di sviluppare per raggiungere l'angolo di stacco ipotizzato. Come si può osservare nella tabella soprastante, i valori di forza necessari per il raggiungimento del primo angolo di stacco sono molto vicini al valore massimo espresso dall'atleta nel terzo salto, mentre i valori relativi al secondo angolo si rivelano troppo elevati e, quindi, non raggiungibili in tempi brevi.

Questi dati individuano un grande potenziale di miglioramento, rilevandosi di aiuto per il tecnico in sede di pianificazione del programma di allenamenti da effettuare. Infatti, poiché l'atleta non raggiunge i valori previsti in letteratura (20°-25°) quale angolo di stacco [9], e considerati gli elevati margini di miglioramento calcolati, si deve considerare l'uso di appositi esercizi per migliorare la tecnica delle fase di stacco al fine di incrementare il valore dell'angolo di proiezione. È altresì vero, che per aumentare tale angolo è richiesta, a parità di velocità di entrata, una forza maggiore. Si dovrà, quindi, trovare il giusto compromesso nella preparazione tecnico-fisica del saltatore, al fine di incrementare l'angolo di stacco, ponendo attenzione, in modo particolare, al rapporto peso-potenza dell'atleta.

Si sono, inoltre, calcolate le variazioni nella lunghezza del salto all'aumentare dell'altezza relativa

*h* per valutare gli eventuali miglioramenti nella performance dell'atleta, ottenibili variando la posizione assunta in fase di chiusura. Infatti, se l'atleta in tale fase riuscisse ad innalzare la posizione del baricentro, mantenendo, ad esempio, gli arti inferiori in posizione parallela al terreno per un tempo più lungo, si aumenterebbero sia il tempo che la parabola di volo, con un conseguente miglioramento della prestazione.

Dall'analisi video è emerso, che il Tester M1, per prevenire il contatto con il terreno, tende ad anticipare l'abbassamento degli arti inferiori riducendo, così, la lunghezza del salto. Nella tabella sottostante si riporta la lunghezza del salto effettiva e le lunghezze calcolate incrementando rispettivamente di 5 e 10 cm l'altezza del Centro di massa dell'atleta. Anche in questo caso i valori calcolati individuano delle buone possibilità di miglioramento, ottenibili con un allenamento mirato.

	Misura ( <i>heffettiva</i> )	<i>heffettiva</i> + 5 cm	<i>heffettiva</i> + 10 cm
M1 - 1° salto	7,22 m (1,123 m)	7,30 m	7,38 m
M1 - 2° salto	7,15 m (1,246 m)	7,23 m	7,30 m
M1 - 3° salto	7,22 m (0,848 m)	7,31 m	7,39 m

*Tester M1 - Margini di miglioramento al variare dell'altezza relativa h.*

## 5.4. Analisi Tester F1

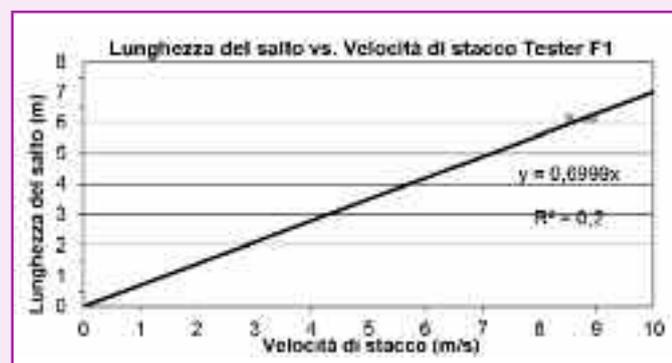
### 5.4.1. Relazioni tra angolo di stacco, velocità di stacco e lunghezza del salto

Nella tabella sottostante si riportano i principali parametri rilevati durante la sessione di salti effettuata dal tester F1.

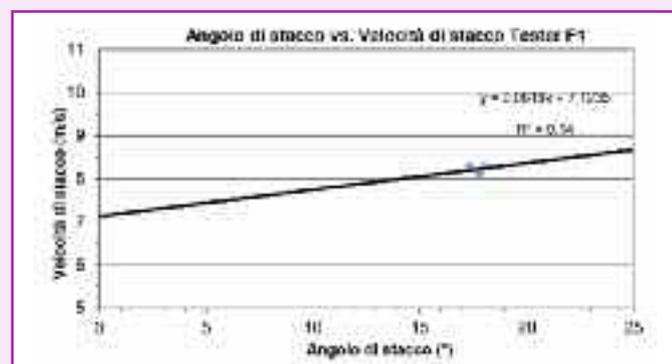
Tester	Angolo stacco (°)	Velocità stacco (m/s)	Lungh. Salto (m)	FRIS_STACCO (N)
F1 - 1 salto	17,80	8,93	6,10	1881,5
F1 - 2 salto	17,32	8,52	6,18	1834,5
F1 - 3 salto	18,00	8,82	6,12	1938,4

*Tester F1 - Principali parametri rilevati.*

Nei grafici sottostanti, si riportano i valori dell'angolo di proiezione e di lunghezza del salto al va-



*Tester F1 - Relazioni tra velocità di stacco e lunghezza del salto.*



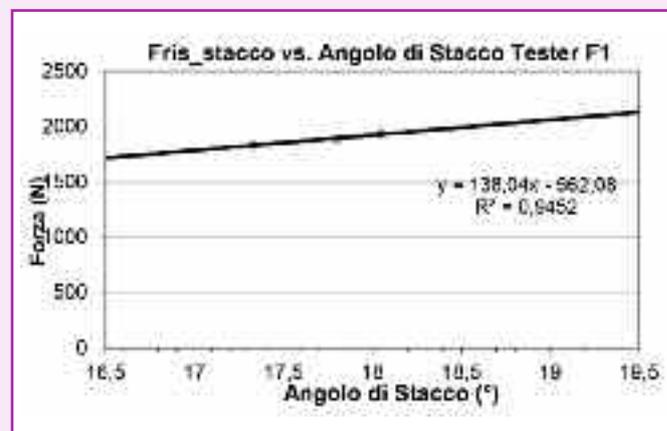
*Tester F1 - Relazioni tra velocità e angolo di stacco.*

riare della velocità di stacco con le relative leggi di proporzionalità.

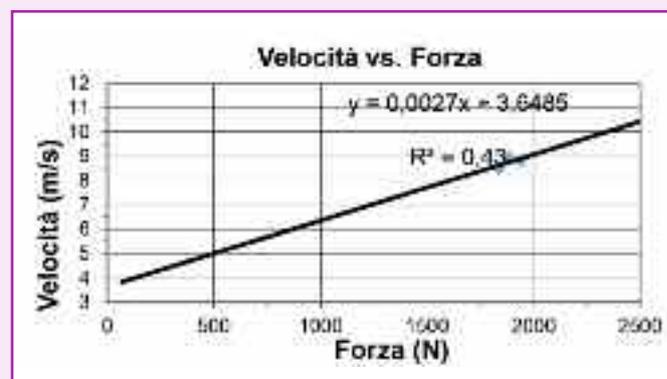
Il tester F1, incrementando la velocità di entrata di 0,1 m/s aumenta di 7,60 cm la lunghezza del salto e di 1,45° l'angolo di stacco.

### 5.4.2. Relazioni tra forza risultante di stacco, velocità ed angolo di stacco

Dai grafici sottostanti si nota un incremento della forza esercitata dall'atleta al suolo di 37 N per ogni aumento di 0,1 m/s della velocità di entrata e di 138 N per ogni grado di incremento nell'angolo di stacco. A differenza del tester M1 il valore di forza risulta essere maggiormente influenzato dal variare dell'angolo di stacco, mentre piccoli incrementi di velocità non sembrano rilevanti.



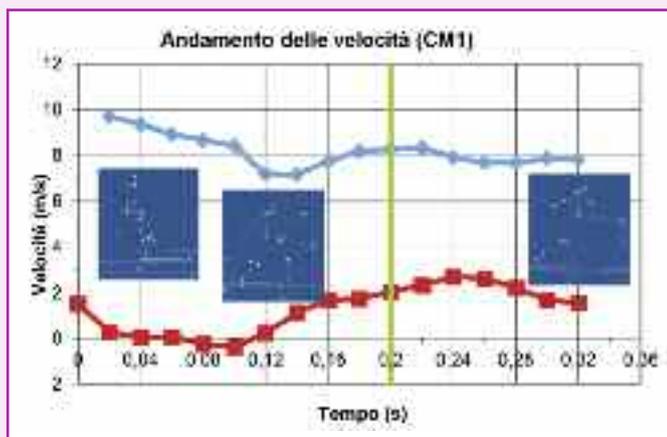
*Tester F1 - Relazioni tra forza e angolo di stacco.*



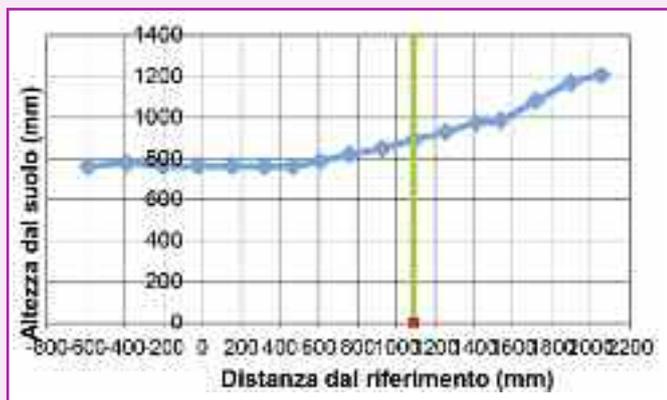
*Tester F1 - Relazioni tra velocità e angolo di stacco.*

### 5.4.3. Descrizione dell'azione di salto e potenziali margini di miglioramento

Nei grafici sottostanti sono rappresentati gli andamenti delle velocità e della traiettoria del baricentro del secondo salto effettuato dal tester F1. Poiché la descrizione dell'azione di salto e la medesi-



Tester F1 - Andamento della velocità.



Tester F1 - Traiettoria del centro di massa.

ma del tester M1 si passerà direttamente all'analisi dei potenziali margini di miglioramento.

Utilizzando l'equazione, che descrive il moto parabolico dell'atleta durante il salto, si sono stimati i seguenti margini di incremento nella performance totale al variare dell'angolo di stacco, mantenendo costante la velocità di ingresso, riportati nella tabella a fondo pagina.

Anche in questo caso, i dati individuano grandi possibilità di miglioramento. Gli eccellenti valori rilevati riguardanti la velocità di entrata e la forza sviluppata allo stacco, suggeriscono di impostare l'intero allenamento, non tanto sull'incremento della forza muscolare, ma, piuttosto, sull'affinamento della già ottima tecnica di stacco.

Variando, invece, l'altezza relativa  $h$  per ottimizzare la fase di chiusura si sono stimati i seguenti valori:

	Misura (heffettiva)	Heff. + 5 cm	Heff. + 10 cm
F1 - 1 salto	6,10 m (1,11 m)	6,17 m	6,24 m
F1 - 2 salto	6,18 m (1,06 m)	6,26 m	6,33 m
F1 - 3 salto	6,12 m (0,97 m)	6,20 m	6,27 m

Tester F1 - margini di miglioramento al variare dell'altezza relativa  $h$ .

Salto	Angolo di stacco effettivo			Angolo di stacco 1			Angolo di stacco 2		
	Angolo	Misura	Fris stacco	Angolo	Misura	F calcolata	Angolo	Misura	F calcolata
1	17,80°	6,10 m	1881 N	20°	6,36 m	2184 N	22°	6,58 m	2460 N
2	17,32°	6,18 m	1834 N	20°	6,52 m	2203 N	22°	6,76 m	2479 N
3	18,04°	6,12 m	1938 N	20°	6,37 m	2207 N	22°	6,62 m	2483 N

Tester F1 - Potenziali margini di miglioramento.

## 6. Proposta di un modello di riferimento e di condivisione dei dati analizzati

E da considerare che tutto quanto riportato fin qui può essere effettuato con sistemi di acquisizione video e software molto sofisticati e costosi. Oggi, con costi molto contenuti, ogni allenatore o atleta può estrapolare dati significativi del gesto tecnico. Questo permette di eseguire valutazioni biomeccaniche attraverso analisi video che devono rispettare dei parametri possibilmente condivisibili, se attuati con le stesse modalità. Vediamo quindi quali sono le cose da considerare e stabilire per effettuare una analisi biomeccanica in modo più economico.

### 6.1. Tipologia di fotocamera

Sono presenti, oggi, in commercio una serie di fotocamere di basso costo che possono dare qualità di immagine sufficientemente buona per eseguire una video analisi. È importante valutare le seguenti caratteristiche della fotocamera:

- La risoluzione video che permette, attraverso il software di analisi, di calcolare con più precisione i dati da rilevare. L'immagine di una fotocamera digitale è un insieme di piccoli punti chiamati "pixel". Più pixel sono presenti in un'immagine, e più dettagliata sarà l'immagine. Una buona dimensione d'immagine per eseguire una corretta video analisi può essere di 1280 x 720 pixel (con una "frequenza quadro" di 30 fotogrammi per secondo o fps). Alcune fotocamere, oggi, arrivano a risoluzioni ancora migliori con costi di acquisto sostenibili per un allenatore.
- La velocità di acquisizione video che può variare da 120 fps fino a 1000 fps. Per riprese adeguate, utili ad una analisi video, è sufficiente utilizzare da 120 fps a 240 fps. È importante sottolineare che, aumentando la frequenza di fotogrammi, bisogna aumentare la luminosità di acquisizione per evitare immagini troppo scure o, se riprese in ambienti chiusi, il disturbo della luce artificiale (intermittenza illuminazione fluorescente).

La fotocamera utilizzata, una **Exilim High Speed EX-**

**FH25**, è una fotocamera del produttore CASIO che presenta una elevatissima qualità nella ripresa video e immagini. Dispone di diverse funzioni veloci quali riprese in serie Highspeed con un numero massimo di 30 fps da 9 MP, registrazione di filmati con al massimo 1000 fps. La **EX-FH25** dispone di un innovativo sensore CMOS High - sensitivity da 1/2.3" (di tipo back - illuminated) per eseguire scatti con una risoluzione massima di 10.1 MP con illuminazione ottimale. La fotocamera ha inoltre un obiettivo grandangolare da 26 mm con zoom ottico **20x** con stabilizzatore d'immagine meccanico. Le riprese video con questa foto camera sono state impostate su 120 fps, dando già un'ottima chiarezza alla qualità dell'immagine. Inoltre questa fotocamera possiede un'ottima stabilità, che annulla qualsiasi tipo di tremolio che può verificarsi in caso di ripresa manuale, ovvero senza l'utilizzo del cavalletto.



Fotocamera CASIO EXILIM EX-FH25.

### 6.2. Posizionamento della fotocamera

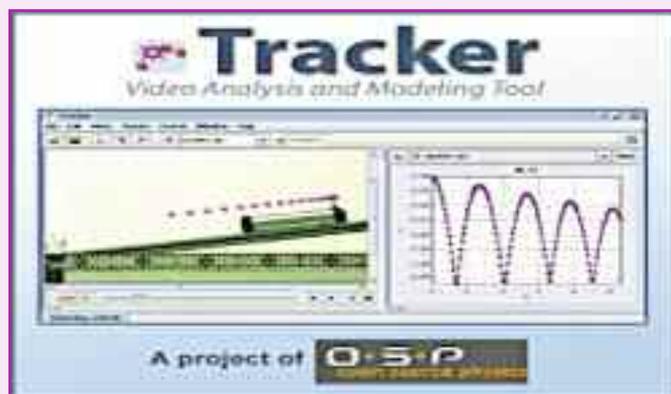
Risulta importante saper come posizionare le telecamere in base a cosa si vuole analizzare. Per ottimizzare la posizione della telecamera sarebbe auspicabile utilizzare le seguenti considerazioni:

- allineare la telecamera sul piano sagittale dell'immagine da analizzare (es. lo stacco del salto in lungo), ad una distanza che può variare da 5 a 7 m se si utilizza una ripresa a 120 o 240 fps. Tale distanza permette di analizzare con una buona nitidezza di immagine i segmenti corporei mobili.

- L'altezza della telecamera da terra risultata più idonea è quella allineata orizzontalmente al "centro di massa", ovvero posizionarsi con l'obiettivo della videocamera in linea con il baricentro dell'atleta ripreso. È auspicabile, dato che potrebbe risultare scomoda per l'operatore questa posizione, utilizzare un semplice cavalletto da riprese, che potrà darci una mano anche ad evitare leggere oscillazioni causate ripresa manuale.
- Essendo l'analisi concentrata sulla fase di stacco, è utile posizionare la telecamera sul lato coincidente con l'arto inferiore di spinta, per valutare alcuni parametri (impostazione dello stacco – fase di sostegno – ecc.) o sul lato opposto, per valutarne altri (velocità e traiettoria dell'arto libero).

### 6.3. Software videoanalisi

La video-analisi di un moto, ci permette di andare ad effettuare misure quantitative del cambiamento di posizione di un corpo, a partire dalla ripresa cinematografica del moto stesso. Per eseguire una video-analisi che possa restituire dei dati attendibili ci si deve munire di un software specifico per questo tipo di valutazione. Sul mercato ce ne sono svariati, alcuni gratuiti altri a pagamento. Inoltre bisogna considerare che alcuni software funzionano in ambiente Windows e altri in ambiente Mac o Linux. Inizialmente, per alcuni anni, ho utilizzato il software "kinovea", ma ultimamente ho trovato molto performante, per i dati che possono interessare un allenatore, il software "Tracker - Vi-



deo Analysis and Modeling Tool". Tracker è uno strumento di analisi video e modellazione libera costruito sul framework (OSP) Java open Fisica Source. È stato progettato per essere utilizzato in didattica della fisica.

### 6.4. Disposizione di punti identificabili per la campionatura del moto

Prima di iniziare le acquisizioni video è importante predisporre dei riferimenti visivi sia sull'atleta che nella zona di ripresa, utili per l'elaborazione dei dati. Disegnare a terra una serie di linee ben visibili a distanza prefissata (es. 1 metro) favorisce la successiva calibrazione del software da utilizzare. Posizionare delle linee di riferimento (es. degli ostacoli ad altezza prefissata), possono dare ulteriori riferimenti per la calibrazione del software. Tutto questo serve a limitare il margine di errore dato dalla distorsione della lente della fotocamera, detto "errore di parallasse". L'errore di parallasse è tanto maggiore, quanto più piccola è la distanza di ripresa, e può essere corretto entro certi limiti con segni di riferimento.



*Esempio di predisposizione riferimenti visivi per analisi video.*

1. Marcatura, nella pedana di salto, con nastro visibile posto a 1 m di distanza.
2. Posizionamento ostacoli ad altezza prefissata (misura standard ostacoli da gara = 1,06 m).

Far utilizzare agli atleti degli indumenti, che siano chiaramente visibili nell'immagine video, per faci-

litare l'auto tracciamento del software. Per una maggior accuratezza dell'acquisizione dati, sarebbe utile porre dei segni di riferimento (Markers) nei seguenti punti anatomici:

1. testa (attraverso una fascetta di un colore molto visibile);
2. zona del Tronco: Grande tuberosità omerale; Caputello dell'omero; Testa dell'ulna; Spina iliaca superiore;
3. zona della gamba: Gran trocantere; Epicondilo femorale laterale; Malleolo laterale.

### 6.5. Utilizzo di ulteriori sistemi di controllo: l'Optojump Next

In questi ultimi anni oltre a sistemi di videoripresa, utili per avere dati tecnici sul salto, sono stati utilizzati strumenti di rilevamento ottico come "l'Optojump - next". È un sistema composto da una serie di barre trasmettenti e riceventi contenente da 33 a 100 leds per barra (lunghezza 1 metro) che rilevano eventuali interruzioni e ne calcolano la durata, permettendo la misurazione dei tempi di volo e di contatto durante l'esecuzione di una serie di balzi, una corsa o una camminata.

Il software dedicato consente di ottenere con la massima precisione ed in tempo reale una serie di parametri legati alla prestazione dell'atleta. Optojump Next va oltre la rilevazione dei dati numerici: grazie al rilevamento Video, permette di registrare le immagini dei test svolti, sincronizzandole perfettamente con gli eventi rilevati.

Tale sistema non rientra nella categoria dei prodotti a basso costo, ma, spesso, può essere utiliz-



Sistema Optojump presso il centro Federale CONI di Formia - LT.

zato dal tecnico in occasione di raduni a carattere Regionale o Nazionale. Dal 2010, durante i raduni nazionali giovanili, dove ho partecipato come responsabile dei salti in estensione, viene utilizzato questo sistema per valutare gli atleti, non solo nei classici test condizionali (Forza esplosiva, elastica e reattiva), ma anche nella valutazione dei parametri di moto (velocità, accelerazioni, ampiezza e frequenza passi) durante le sedute di tecnica dei salti.

## 7. Parametri di riferimento dei principali dati da analizzare

### 7.1. Caratteristiche dei Testers

Tester	Sesso	Età	P.B.
Tester F1	F	20	6,32 m (2015)
Tester M1	M	19	7,76 m (2016)

### 7.2. Esempio analisi Tester F1

#### 7.2.1. Velocità orizzontale di entrata e uscita dallo stacco

Nella rincorsa del salto in lungo è determinante che il picco di massima velocità sia raggiunto nel momento di entrata allo stacco. I dati in biomeccanica, di questo parametro, informano che la velocità di rincorsa ( $V_r$ ) è il risultato del prodotto della frequenza dei passi ( $F_p$ ) per la loro lunghezza ( $L_p$ ):  $V_r = F_p \times L_p$ . Bisogna inoltre considerare che per un saltatore risulterà impossibile creare un salto ottimale utilizzando la massima velocità. I migliori saltatori al mondo riescono a ottimizzare, per eseguire uno stacco efficace, la velocità allo stacco per il 96%-98% della velocità massima. Tale variazione è sicuramente determinata dalla tecnica esecutiva del salto e dalle capacità neuromuscolari dell'atleta. Alcuni studi hanno dimostrato che attraverso il parametro velocità si può prevedere la distanza media che un atleta può raggiungere nel salto. Attra-

verso algoritmi basati sulla velocità di avvicinamento allo stacco raccolti per un decennio nei campionati americani e meeting del GranPrix [9] è stata determinata la distanza del salto attraverso questa formula:

*Maschio =*

*(velocità allo stacco in m / s x 0,95) - 2.23 m*

*Femminile =*

*(velocità allo stacco in m / s x 0,99) - 2.81 m*

Attraverso il sistema di video analisi si possono valutare le velocità di avvicinamento allo stacco e di uscita dallo stacco come indicato nella tabella **A** nella pagina a lato.

Premesso che, la rincorsa è stata effettuata con un numero di passi inferiore a quello standard (16 o 18 passi), dai dati analizzati si può dedurre che l'atleta in questione perde una velocità, dalla fase di entrata a quella di uscita dallo stacco, di 1,10 m/s (da 8,38 m/s a 7,28 m/s). Apparentemente potrebbe risultare una perdita di velocità normale rispetto a parametri in letteratura [11], ma incrociando i dati, si può notare che, la velocità verticale allo stacco risulta bassa, come l'angolo di stacco, in correlazione ai dati precedentemente citati.

### 7.2.2. Ampiezza e tempi di contatto ultimi tre passi

La valutazione di questo dato può essere effettuata con l'analisi video, utilizzando una ripresa a velocità di acquisizione di almeno 120 fps (ottimale 240 fps) o, se possibile, utilizzando i dati espressi dal sistema Optojump-next. Nella tabella sottostante vediamo come possono essere confrontati i dati acquisiti (vedi tabelle **B** e **C**).

Si evidenzia che, alcuni dati sono molto equivalenti, a dimostrazione che, un tecnico può effettuare, con buona precisione, un'analisi, anche se possiede solo una videocamera. Unica eccezione risulta essere un dato, che nel sistema Optojump non corrisponde ai dati video, riferito alla velocità e all'accelerazione sull'ultimo passo che, difficilmente

può passare da 8,24 m/s del penultimo passo a 9,56 m/s dell'ultimo. Questo inconveniente, che si registra solo durante l'analisi di un salto e in modo particolare nella fase di stacco, è legato alla velocità calcolata sul piede, che anticipa il movimento di appoggio a terra, evidenziato dalla lunghezza del passo (194 cm rispetto ai 206 cm del penultimo passo), e non sul centro di massa, come solitamente viene calcolato dal sistema nella fase di corsa lanciata. La correzione dell'errore consiste nel sottrarre dalla velocità registrata un valore pari a 0,9 - 1,1 m/s (fonte Microgate s.r.l.). Applicando questa correzione, i dati registrati trovano discreta correlazione con i dati della video-analisi.

### 7.2.3. Angolo di impostazione, sostegno e uscita dallo stacco

La fase di impostazione dello stacco, prevede il corretto posizionamento del piede a terra davanti al



*Esempio di valutazione dell'angolo di impostazione, sostegno e uscita dallo stacco.*

corpo (centro di massa), ad una distanza ottimale per contrastare la forte e rapida fase eccentrica (frenata). È chiaro che, la lunghezza dell'ultimo passo di corsa, in riferimento alle caratteristiche antropometriche dell'atleta, deve determinare il giusto angolo di impostazione dello stacco. Il piegamento del ginocchio e della caviglia, nella fase di sostegno, deve risultare il minimo possibile, con grande capacità da parte dell'atleta, di tensione isometrica dei muscoli estensori della coscia, del gluteo e del tricipite surale, mantenendo, di conseguenza, il baricentro più alto possibile.

Questa caratteristica trova delle variabili, in base alle capacità di forza istantanea che l'atleta può

TABELLA A



## DATI ANALISI SALTO

Atleta = F.B. Sesso = F P.B. = 6,32 m

Passi rincorsa	14	VELOCITA'	
		(pre-stacco – post-stacco)	
Angolo di stacco	15,33°		
Potenza allo stacco	17,84 W/kg	<b>Distanza</b>	<b>Velocità</b>
Velocità verticale uscita stacco	2,20 m/s	- 2,5 m	8,61 m/s
Velocità orizzontale uscita stacco	8,04 m/s	- 1,5 m	8,38 m/s
Tc ultimo passo	114 msec	- 0,5 m	8,28 m/s
Tv ultimo passo	88 msec	+ 0,5 m	7,89 m/s

TABELLA B

Data	Ora	n. passi	T Volomsec	T Contmsec	Hcm	Ritmo [p/s]	Passimm	Velm/s	Acc.m/s
25/03/16	12:05:20	5	0,131	0,124	2,1	3,92	193	7,57	0,63
25/03/16	12:05:20	6	0,137	0,12	2,3	3,89	197	7,67	0,19
25/03/16	12:05:20	7	0,124	0,114	1,9	4,2	191	8,03	0,73
25/03/16	12:05:20	8	0,129	0,115	2	4,1	199	8,16	0,27
25/03/16	12:05:20	9	<b>0,124</b>	<b>0,119</b>	1,9	<b>4,12</b>	<b>203</b>	<b>8,35</b>	<b>0,41</b>
25/03/16	12:05:20	10	<b>0,136</b>	<b>0,114</b>	2,3	4	206	8,24	-0,23
25/03/16	12:05:20	11	<b>0,088</b>	<b>0,115</b>	<b>0,9</b>	<b>4,93</b>	<b>194</b>	<b>9,56</b>	<b>2,91</b>
25/03/16	12:05:20	stacco		<b>0,144</b>					

Dati Optojumpnext

TABELLA C

Passi rincorsa	14	VELOCITA'	
		(pre-stacco – post-stacco)	
Angolo di stacco	15,33 °		
Potenza allo stacco	17,84 W/kg	Distanza	Velocità
Velocità verticale uscita stacco	2,20 m/s	- 2,5 m	8,61 m/s
Velocità orizzontale uscita stacco	8,04 m/s	- 1,5 m	8,38 m/s
<b>Tc ultimo passo</b>	<b>114 msec</b>	- 0,5 m	8,28 m/s
<b>Tv ultimo passo</b>	<b>88 msec</b>	+ 0,5 m	7,89 m/s
<b>Tc stacco</b>	<b>140 msec</b>	+ 1,5 m	7,28 m/s

*Dati Video-analisi*

TABELLA D



DATI ANALISI SALTO

Atleta = F. R. Sesso = M P.B. = 7,76 m

Passi rincorsa	14	VELOCITA'	
		(pre-stacco – post-stacco)	
Angolo di stacco	19,54 °		
Potenza allo stacco	26,69 W/kg	Distanza	Velocità
Velocità verticale uscita stacco	2,85 m/s	- 2,5 m	8,79 m/s
Velocità orizzontale uscita stacco	8,04 m/s	- 1,5 m	8,47 m/s
Tc ultimo passo	116 msec	- 0,5 m	8,20 m/s
Tv ultimo passo	118 msec	+ 0,5 m	7,97 m/s
Tc stacco	152 msec	+ 1,5 m	7,10 m/s

esprimere. Oltre il 60% della velocità verticale allo stacco è data dall'istante di massimo piegamento del ginocchio. Questo indica che il meccanismo di "perno" ha un'importanza elevata nella generazione della velocità verticale di stacco. L'estensione del ginocchio e della caviglia danno un contributo minore alla generazione di velocità verticale (Lees, Graham-Smith, Fowler, 1994).

Molto spesso si spende tanto tempo nel potenziamento della catena muscolare, con esercizi di tipo "concentrico", trascurando tutta la parte di potenziamento in fase "eccentrica" [12]. Nell'immagine, il ginocchio dell'atleta risulta avere il massimo piegamento a 136°, in linea con i parametri in letteratura (9), ma considerando la minor velocità di approccio allo stacco, dovrebbe poter mantenere un angolo più aperto.



*Esempio di valutazione dell'angolo di impostazione, sostegno e uscita dallo stacco.*

È da considerare, infine, che il miglioramento della velocità verticale è favorito, inoltre, da una azione "esplosiva" delle anche, del ginocchio e della caviglia, accompagnato da una vigorosa oscillazione delle braccia.

#### 7.2.4. *Potenza risultante e Velocità Verticale allo stacco*

Un dato interessante che si può ricavare dall'analisi video è la potenza risultante allo stacco, che a differenza della Forza risultante, calcolata nel capitolo 5.2.2., può dare all'allenatore una indicazione per correlare le potenze espresse durante lo svolgimento di alcuni mezzi di lavoro, come la Forza e i multibalzi. Il dato è espresso in W/kg di peso corporeo, per una maggior facilità di paragone

con altri atleti. Per ricavare il dato, basta avere la Forza risultante espressa allo stacco, e con un semplice passaggio algebrico si ricaverà la potenza espressa dall'atleta.

### 7.3. Esempio analisi Tester M1

#### 7.3.1. *Velocità orizzontale di entrata e uscita dallo stacco*

Dai dati emerge che, l'atleta, perde, dalla fase di entrata alla fase di uscita dallo stacco, 1,37 m/s (da 8,47 m/s a 7,10 m/s) che, come per l'atleta F1, sembra in linea con i dati in bibliografia (tabella D).

#### 7.3.2. *Ampiezza e tempi di contatto ultimi tre passi*

Nella tabelle E e F a pagina successiva vediamo come possono essere confrontati i dati acquisiti.

Anche in questo caso, come per l'atleta F1, alcuni dati sono molto equivalenti, come i tempi di contatto nei passi di avvicinamento allo stacco. Come per l'atleta F1 il dato delle velocità del sistema Optojump risulta avere un dato non correlato, riferito alla accelerazione sull'ultimo passo che, come visto precedentemente, passa da 8,84 m/s del penultimo passo a 9,74 m/s dell'ultimo.

#### 7.3.3. *Angolo di impostazione, sostegno e uscita dallo stacco*

Nell'immagine successiva, il ginocchio dell'atleta, risulta avere il massimo piegamento a 134,9°, in linea con i parametri in letteratura (9).

Per le considerazioni fatte precedentemente, sull'azione "esplosiva" delle anche e degli arti liberi, si nota che la gamba sx esegue una azione energetica che contribuisce a creare una discreta velocità verticale (2,85 m/s).

#### 7.3.4. *Potenza risultante e Velocità Verticale allo stacco*

Anche qui bisogna considerare la rincorsa non completa (14 passi su 18) che comunque, non influisce

TABELLA E

Data	Ora	n. passi	T Volomsec	T Contmsec	Hcm	Ritmo [p/s]	Passimm	Velm/s	Acc.m/s
27/12/14	17:02:56	2	0,166	0,133	3,4	3,34	233	7,79	
27/12/14	17:02:56	3	0,171	0,128	3,6	3,34	235	7,86	0,4
27/12/14	17:02:56	4	0,169	0,128	3,5	3,37	238	8,01	0,62
27/12/14	17:02:56	5	0,144	0,116	2,5	3,85	225	8,65	0,48
27/12/14	17:02:56	6	0,145	0,126	2,6	3,69	231	8,52	0,47
27/12/14	17:02:56	7	0,134	0,115	2,2	4,02	220	8,84	0,35
27/12/14	17:02:56	8	0,128	0,112	3,1	3,7	263	9,74	1,86
27/12/14	17:02:56	stacco		0,149					

*Dati Optojumpnext*

TABELLA F

Passi rincorsa	14	VELOCITA'	
Angolo di stacco	19,54 °	(pre-stacco – post-stacco)	
Potenza allo stacco	26,69 W/kg	Distanza	Velocità
Velocità verticale uscita stacco	2,85 m/s	- 2,5 m	8,79 m/s
Velocità orizzontale uscita stacco	8,04 m/s	- 1,5 m	8,47 m/s
<b>Tc ultimo passo</b>	<b>116 msec</b>	- 0,5 m	8,20 m/s
<b>Tv ultimo passo</b>	<b>118 msec</b>	+ 0,5 m	7,97 m/s
<b>Tc stacco</b>	<b>152 msec</b>	+ 1,5 m	7,10 m/s

*Dati Video-analisi*

sulla espressione di velocità verticale (2,85 m/s), con un angolo di uscita dallo stacco adeguato (19,54°).

## 8. Limiti di applicabilità del modello

Nelle varie occasioni, dove si è presentata la possibilità di svolgere analisi video e valutazioni con

Optojump, diverse sono state le problematiche incontrate, per poter realizzare un protocollo corretto, da permettere la condivisione con altri allenatori, dei dati raccolti. Queste alcune difficoltà incontrate:

- lo spazio per poter posizionare la telecamera (5-7 metri) non sempre è sufficiente, perché invade spazi utilizzati da altre specialità (corse o lanci);



- le riprese effettuate su piste indoor, hanno spazi ancora più ristretti per la collocazione della telecamera;
- le analisi, con protocollo prestabilito, risultano quasi impossibili durante le manifestazioni agonistiche, per le molteplici interferenze che si presentano, come i giudici di gara, presenti, spesso, da entrambi i lati della pedana, o da atleti che attraversano il campo visivo durante le riprese. Inoltre, spesso, ho incontrato difficoltà nel posizionare i riferimenti per la miglior calibrazione del sistema di acquisizione e elaborazione dei video. Il problema potrebbe essere risolto con una fotografia della zona interessata, con tutti i riferimenti necessari, prima dell'inizio della gara. In un secondo momento, la foto, con i riferimenti, può essere sovrapposta alle riprese di gara;
- l'optojump è uno strumento che deve essere alimentato con corrente continua. Non sempre si trovano prese di corrente nelle zone di salto, con evidenti problemi di installazione.

## 9. Conclusioni

Il presente lavoro, basandosi sulle applicazioni sportive dell'affascinante disciplina della biomeccanica, ha quale obiettivo dichiarato, oltre alla comprensione dell'intero gesto tecnico, quello di mettere a disposizione degli allenatori un valido strumento di ausilio per l'individuazione degli errori e dei potenziali margini di miglioramento su cui basare l'allenamento.

Il raggiungimento di tale obiettivo, ha richiesto una accurata pianificazione delle linee guida da percorrere, valutando la bontà di ogni ipotesi realizzata, al fine di individuare la migliore su cui impostare l'intero lavoro.

Lo studio, considerata la complessità globale, è stato articolato in tre fasi principali:

1. Acquisizione dell'azione di salto dell'atleta;
2. Ricostruzione software del gesto tecnico;
3. Analisi tecnica e studio delle relazioni esistenti tra i principali parametri biomeccanici rilevati.

L'attuazione di ciascuna fase ha richiesto il conseguimento degli obiettivi illustrati qui di seguito:

- sviluppare un'adeguata sistematicità e precisione nella localizzazione sia dei riferimenti anatomici che gestuali;
- sviluppare un protocollo di acquisizione dati che consenta di mantenere la reperibilità dei test effettuati;
- sviluppare dei programmi di allenamento, ricercando mezzi di lavoro che possano essere parametrati e conducibili alle informazioni rilevate;

- individuare le analogie esistenti tra i parametri rilevati, e le fasi del gesto tecnico, per descrivere l'intera azione di salto, evidenziandone eventuali errori.

*1° Corso FIDAL-CONI di IV Livello europeo per tecnici di Atletica Leggera*

*Supervisore: Gaspare Pavei*

## Bibliografia

- Hay J.G., "citius, altius, longius (faster, higher, longer): the biomechanics of jumping for distance". *Journal of Biomechanics*, 26 (suppl. 1), 7-21.
- Bridgett L.A., Galloway M., Linthorne N.P., "The effects of run-up speed on long jump performance". *ISBS 2002, Càceres - Extremadura - Spain*, pp.: 80-83.
- Muraki Y., Ae M., Yokozawa T., "A biomechanical analysis of the support mechanism of the takeoff leg in the long jump" *ISBS 2002, Càceres - Extremadura - Spain*, pp.: 473-476.
- Vorobiev A., Ter-Ovanesian I., Ariel G., "I due salti in lungo migliori del Mondo: analisi comparativa biomeccanica". 1994, *Dossier Tecnico, Universo Atletica*, pp.: 30-34.
- Nixdorf, E., Brüggemann, G.-P. (1990) "Takeoff Preparation Techniques of Élite Male and Female Long Jumpers". Brüggemann, G.-P., Rühl, J.H. (eds.) *Techniques in Athletics - The First International Conference*. Köln.
- Seyfarth A., Blickhan R., Van Leeuw d-Smith A.J., "The influence on long jump performance of the aerodynamic drag experienced during the approach and aerial phases". 1985, *Jurnal of Biomechanical Engineering*, 107, 336-340.
- Linthorne N.P., "the effects of wind on 100-m sprint times". 1994, *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 110-131.
- Tegon V.<sup>1</sup>, Petrone N.<sup>2</sup>, Lazzarin E.<sup>3</sup>, "Biomechanical Analysis of long jump movement for the optimization of the thechnical action".
- Dempster W.T., "Free-body diagrams as an approach to the mechanics of human posture and locomotion", In Evans F.G., "Biomechanical Studies of the Musculoskeletal System", 1961.
- Braune W., Fisher O., "Über den Schwerpunkt des menschlichenKorpersmitRucksicht auf die AusrüstungdesdeutschenInfanteristen", 1889.
- Biomechanics Report World Championships 2009 Berlin © DeutscherLeichtathletik - Verband.
- Linthorne N. "Biomechanics of the long jump", Brunel University, Uxbridge.

<sup>1</sup> Labcube - Human Motion Analysis Lab, Padua, Italy.

<sup>2</sup> Department of Mechanical Engineering, University of Padua, Italy.

<sup>3</sup> Coordinator coach of the Jump Sector, Italian Federation of Athletics, Region of Veneto, Italy.

Sono state consultate le graduatorie mondiali annuali dal 1964 al 2013<sup>[21,22,23,24,25,26,27]</sup> e da queste si sono presi i dati dei migliori 20 atleti/e di ogni anno (che da ora in poi indicheremo come top 20) (purtroppo non sono stati reperibili alcuni anni: femminili 1982; maschili 1978, 1979, 1982, 2001). Di ogni atleta sono stati presi i seguenti dati: nome, cognome, prestazione, nazionalità ed anno di nascita; conseguentemente a questi è stato possibile quindi reperire: età, statura e peso degli stessi.<sup>[19,20]</sup>

È da tener presente che fino alle olimpiadi del 1968, le donne hanno gareggiato sulla distanza di 80mHs (con d=8m e h=0,76m). Per quanto riguarda la valutazione della nazionalità, negli anni da noi osservati (1964-2013) vi sono stati una serie di importanti cambiamenti geo-politici che hanno portato alla unione o divisione di molte nazioni, oltre che alla nascita di nuove.

## Analisi storico-statistica dei top atleti dei 110hs e 100hs

Claudio Quagliarotti, Maria Francesca Piacentini

Università degli Studi - Roma "Foto Italice"

### Introduzione

In letteratura, la maggior parte degli articoli riguardante gli ostacoli alti (100hs e 110hs) utilizza gli strumenti della biomeccanica<sup>[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,15]</sup> al fine di individuare e definire gli aspetti critici della tecnica al fine di ottimizzare la prestazione sportiva. Vi è una scarsità di articoli che trattino delle possibili differenze tra i generi (e quindi anche tra le due gare)<sup>[4,5,6,7,8]</sup> e delle caratteristiche antropometriche degli atleti<sup>[11,14]</sup>.

Nel nostro precedente lavoro<sup>[18]</sup> abbiamo raccolto ed analizzato le caratteristiche fisiche e la prestazione dei migliori ostacolisti mondiali degli ultimi 50 anni, al fine di cercare delle possibili differenze tra i due generi da un punto di vista antropometrico in relazione alla loro prestazione. Tra i dati che abbiamo raccolto, ed utilizzato per la stesura del precedente articolo, vi erano la nazionalità degli atleti ed il numero di volte in cui un atleta rien-

trava nella top 20.

In questo articolo vorremmo osservare questi dati, cercando di valutare l'evoluzione degli ostacolisti da un punto di vista nazionale-geografico e cercando di valutare gli aspetti in comune e le differenze che sono presenti negli atleti che per più tempo sono riusciti a mantenere un livello prestativo che ha permesso loro di rimanere tra i primi al mondo per un lungo periodo di tempo.



Non volendoci addentrare troppo nel cercare quale atleta fosse di una determinata nazione nella situazione attuale, abbiamo preferito lasciare elencate le nazioni così come appaiono nelle graduatorie da cui abbiamo estrapolato i dati.

Abbiamo ritenuto opportuno, però, accorpate quelle nazioni che si possono definire direttamente derivanti da quella precedente per poter più facilmente osservare la loro evoluzione nel corso degli anni.

Esse sono: Germania con Germania dell'Est e dell'Ovest; Russia con Urss; Repubblica Ceca e Slovacchia con Cecoslovacchia. Ovviamente nel caso in cui in un determinato anno siano stati trovati atleti di entrambe le nazioni da noi accorpate il conteggio per presenza della nazione nella graduatoria è stato conteggiato come 1.

Per ciascun anno si sono contati quanti atleti di ciascuna nazionale fossero apparsi nella top 20, per così determinare sia il numero di volte che una determinata nazione è risultata essere presente all'interno della lista (n.presenze), sia il numero di rappresentanti che essa contava in ciascun anno (n.atleti).

Si è potuto così anche osservare l'andamento nel corso degli anni del numero di atleti di una determinata nazione (ovvero quanti atleti quella nazione portava tra i top atleti), interessante soprattutto nel genere femminile, ed il rapporto tra il n.atleti/n.presenze per valutare quanti atleti mediamente erano por-

tati da una nazione in ogni anno di apparizione.

Per quanto riguarda la valutazione individuale degli atleti, sono stati raccolti i dati di ogni singolo atleta, ma abbiamo approfondito l'analisi solamente di quegli atleti che sono riusciti ad inserirsi nelle top 20 per almeno 10 anni (anche non consecutivi).

Di questi abbiamo messo in evidenza: il numero di presenze in top 20, la statura, l'anno e l'età della loro prima ed ultima presenza in top 20, la media delle prestazioni (SB) degli anni in cui sono risultati presenti in top 20, la media delle posizioni occupate nella top 20, il loro personale (PB) nell'anno d'esecuzione e la loro età anagrafica.

Di tutti questi dati abbiamo poi calcolato una media, con *dev.st.*, per valutare se fosse possibile tracciare un modello unico per il riconoscimento degli atleti.

## Risultati

### Nazionalità

#### UOMINI

Sono state contate 45 diverse nazioni che hanno avuto almeno un rappresentante in top 20 nell'arco degli ultimi 50 anni (tabella 1). Con 46 (su 46) presenze in graduatoria e 478 atleti in totale (media di 10,4 atleti all'anno) gli USA sono la nazione dominatrice incontrastata della disciplina dei 110Hs.

A seguire, come numero di presenze in graduatoria, vi è Cuba con 31 presenze e a parità di 30

Francia ed il blocco della Germania (Wger+Eger+Ger). Come maggior numero di atleti, sempre dopo gli USA, troviamo il blocco della Germania con 66 atleti, seguita da Gran Bretagna (45) e Cuba (42).

Nel rapporto n.atl/n.pres abbiamo Usa con 10,4 atleti all'anno, Urss con 2,6 e Brasile 2,3. Solo 19 nazioni risultano aver avuto più di un atleta in graduatoria nel medesimo anno.

Il maggior numero di atleti provenienti dallo stesso paese nel

n.pres	paese	n.atl
46	Usa	478
31	Cub	42
30	Wg+Eg+Ger	66
30	Fra	35
26	Gbr	45
21	Pol	28
19	Chn	28
18	Urs+Rus	39
14	Ger	30
13	Urs	34
13	Eg	25
12	Csr+Cze+Svk	13
11	Jam	20
10	Can	10
9	Ita	10
9	Lat	9
8	Wg	11
7	Csr	8
7	Esp	8

Tabella 1 - Nazionali atleti uomini in ordine di n. presenze con n. atleti.



graduatoria, seguita da Germania dell'est (1973) e Germania (1995) con 4.

#### DONNE

Sono state contate 48 diverse nazioni che hanno avuto almeno un rappresentante tra i primi 20 al mondo nell'arco degli ultimi 50 anni.

Anche per il genere femminile la supremazia spetta agli Usa, ma in maniera molto meno marcata rispetto agli uomini. 45 (su 49) sono il numero di presenze in graduatoria, con un totale di 208 atlete, ma vicinissimo vi è il blocco della Russia (Urss + Rus) con 43 presenze e 150 atleti ed il blocco della Germania con 35 presenze e 123 atleti totali, a seguire la Francia con 30 presenze e 55 atleti.

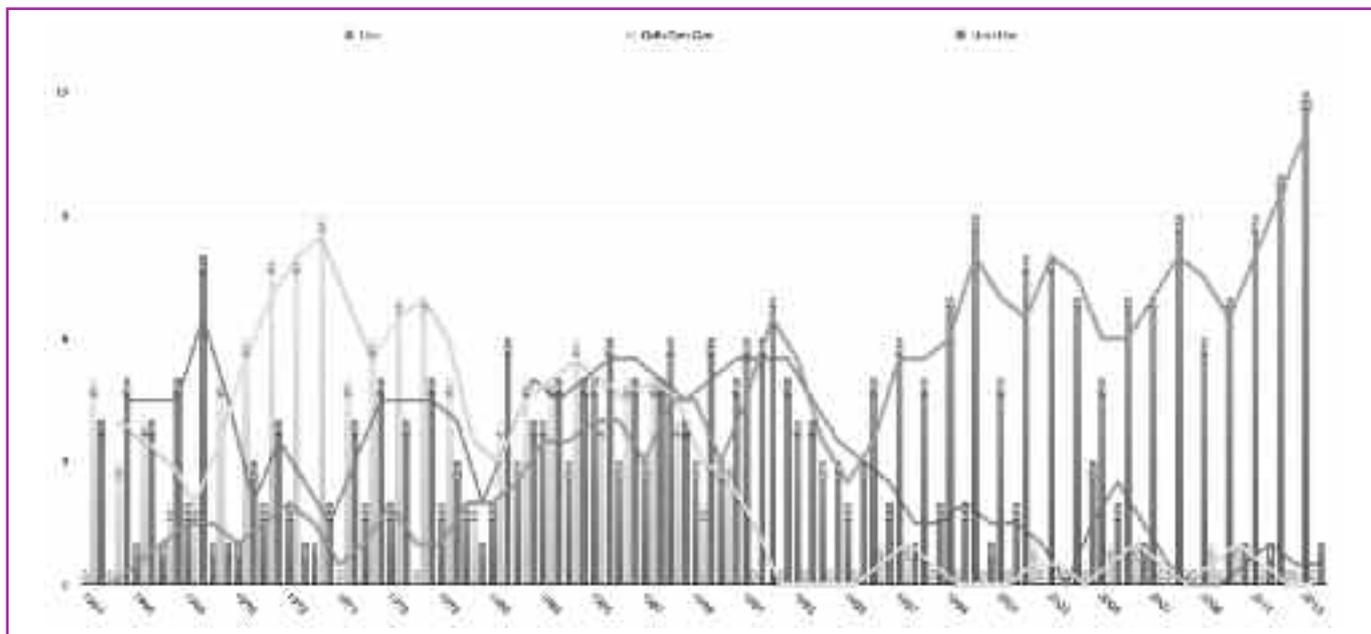
Nel rapporto n.atl/n.pres abbiamo Usa con una media di 4,6 atleti all'anno, poi Urss con 4,3 ed Est Ger con 3,6. Il maggior numero di atleti nel medesimo anno in

graduatoria è sempre Usa che nel 2013 vede una rappresentanza di 12 atlete, ma molto vicine sono l'Urss del 1968 con 8 atlete ed Eger con 7 atlete nel 1972 e 1973. Altre nazioni che comunque ben figurano sono Polonia, Cina, Giamaica e Russia (con un picco di 5/6 rappresentanti nello stesso anno).

#### Cronografia delle presenze per nazionalità

Nel paragrafo precedente abbiamo notato come, nonostante la supremazia americana, questa non sia così preponderante nel genere femminile come si è potuto constatare nel genere maschile e che le nazioni più prossime siano il blocco russo ed il blocco tedesco. Abbiamo quindi inserito in ordine cronologico il n. atlete in ciascun anno delle nazionali di maggior interesse in questo grafico (*grafico 1; tabella 2*).

medesimo anno in graduatoria è ovviamente degli americani che nel 1967 vedono una rappresentanza di ben 15 atleti su 20; mentre il loro minor numero è stato nel 2013 con 6 atleti. La seconda nazione è l'URSS che solo nel 1988 riesce a far inserire 6 atleti nello stesso anno in



**Grafico 1** - Cronografia del n.atlete in ciascun anno di Usa (blu), Urss+Rus (rosso), Gdr+Gdf+Ger (giallo).

n.pres	paese	n.atl
45	Usa	208
43	Urs+Rus	150
35	Gdr+Gdf+Ger	123
30	Fra	55
27	Urs	116
24	Bul	31
24	Gdr	87
23	Jam	59
22	Pol	62
21	Gbr	27
20	Gdf	35
19	Aus	30
18	Rom	22
16	Cub	17
16	Rus	34
15	Can	28
11	Swe	11
10	Esp	11
10	Sui	10

**Tabella 2** - Nazionali atlete donne in ordine di n. presenze con n. atleti.

Si può ben notare come, nei primi anni presi in esame, le nazionali tedesche e russe avessero il predominio sulla gara a livello di presenze, con la quasi totale assenza della nazionale americana. Con il passare degli anni, prima la nazionale tedesca (fine anni '80), poi quella russa (anni '90), hanno pian piano lasciato il posto alla nazionale americana, che ha praticamente colmato il "vuoto" pian piano lasciato dalla retrocessione delle nazionali tedesca e russa.

Non abbiamo inserito nel grafico per motivi di spazio il comportamento delle nazionali della

Polonia e della Giamaica, agli atipodi come evoluzione del numero di atleti presenti in graduatoria. Difatti mentre la nazionale polacca ha avuto un nutrito numero di atlete in graduatoria nei primi anni, con un picco di 6 atlete nel 1978, che poi è andato pian piano scemando negli anni (ultima rappresentante nel 1984 eccetto gli anni 2003 e 2005); la nazionale giamaicana ha inserito un'atleta per la prima volta tra le top atlete nel 1991 e da allora ha continuato a far rientrare in graduatoria un nutrito gruppo di atlete, con un picco di 5 nel 2009.

### Presenze dei singoli atleti

#### UOMINI

Sono stati raccolti i dati di 303 diversi atleti che negli ultimi 50 anni (46 a causa della mancanza di alcuni anni) sono apparsi in top 20; 14 sono gli atleti che nell'arco degli ultimi 50 anni si sono mantenuti all'interno dei top 20 per più di 10 anni.

Di questi 14 solamente in 4 sono stati in grado di far registrare (o eguagliare) il Record del Mondo della disciplina: Willie Davenport 1969 (26 anni), Roger Kingdom 1989 (27), Colin Jackson 1993 (26), Liu Xiang 2004-2006 (21-23). Tutti gli atleti mostrano di una popolazione di statura elevata (una media di 1,87m), ad eccezione di Allen Johnson che nonostante la sua statura sia vicina alla media (1,78m rispetto ad una media della popolazione di 1,76 m) è comunque riuscito a resta-

re tra i top 20 per ben 15 anni. Gli atleti presi in esame sono apparsi per la prima volta nella top 20 ad un'età giovane (circa 21 anni, con atleti perfino a 19) per uscirne ad un'età avanzata (34 anni, con atleti che sono giunti fino ai 36-37 anni).

Unica eccezione Anthony Dees che è apparso per la prima volta a 27 anni, per rimanere tra i top per i successivi 10 anni fino al compimento di 37 anni (tabella 3). Non sembra essere presente una correlazione diretta tra il primo anno di apparizione e l'ultimo, cioè non è detto che chi entra presto tra i top 20 non riesca a mantenersi tra di essi fino a tarda età o che viceversa chi entri dopo riesca a raggiungere età più avanzate restando all'interno dei top.

Per quanto riguarda le posizioni ricoperte in top 20 si può notare come tutti gli atleti si siano mediamente sempre inseriti tra i primi 10 in graduatoria (media 6/7 posto) negli anni in cui figuravano tra i top 20, indice questo di un'ottima continuità di risultati. Possiamo notare come la miglior prestazione dell'atleta sia stata raggiunta intorno al 28° anno di età, con alcune eccezioni a 23 come a 34 anni.

Ad eccezione di Pierce Jack, unico oltretutto ad aver raggiunto il PB a 34 anni, tutti gli atleti hanno raggiunto la propria miglior prestazione diversi anni prima della loro ultima apparizione (circa 7 anni prima).

Inoltre tutte le prestazioni si aggirano sui 13"00, quindi si tratta sempre di prestazioni di valore elevatissimo (tabella 4).

<i>n. pres.</i>	<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>paese</i>	<i>statura (cm)</i>	<i>1 anno</i>	<i>età pimo</i>	<i>ult. anno</i>	<i>età ultimo</i>
16	Jackson	Colin	Gbr	1,82	1986	19	2002	35
15	Foster	Greg	Usa	1,90	1977	19	1994	36
15	Johnson	Allen	Usa	1,78	1993	22	2008	37
15	Kingdom	Roger	Gbr	1,85	1983	21	1998	36
13	Davenport	Willie	Usa	1,86	1964	21	1977	34
13	Jarrett	Anthony	Gbr	1,88	1988	20	2002	34
13	Schwarthoff	Florian	Ger	2,01	1989	21	2002	34
12	Pierce	Jack	Usa	1,85	1985	23	1998	34
12	Trammell	Terrance	Usa	1,88	1998	21	2011	33
11	Crear	Mark	Usa	1,86	1992	24	2004	36
11	Liu	Xiang	Chn	1,90	2002	19	2012	29
11	McKoy	Mark	Can	1,81	1983	22	1995	34
10	Campbell	Tonie	Usa	1,88	1980	20	1990	31
10	Dees	Anthony	Usa	1,93	1990	27	2000	37
media				1,87		21		34

*Tabella 3 - Atleti in ordine di n. presenze con relativa nazionalità, statura, anno ed età della prima ed ultima presenza in top list (con relative medie).*

<i>n. pres.</i>	<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>media prestazioni (s)</i>	<i>media posizioni</i>	<i>miglior prestazione (s)</i>	<i>anno</i>	<i>età</i>
16	Jackson	Colin	13"11	3,6	12"91	1993	26
15	Foster	Greg	13"23	4,5	13"02	1981	23
15	Johnson	Allen	13"07	5,1	12"92	1996	25
15	Kingdom	Roger	13"25	8,4	12"92	1989	27
13	Davenport	Willie	13"38	4,2	13"20	1968-69	25-26
13	Jarrett	Anthony	13"21	8,5	13"00	1993	25
13	Schwarthoff	Florian	13"23	8,5	13"05	1995	27
12	Pierce	Jack	13"23	8,3	12"94	1996	34
12	Trammell	Terrance	13"13	6,7	12"95	2007	29
11	Crear	Mark	13"14	6,1	12"98	1999	31
11	Liu	Xiang	13"04	6,9	12"88	2006	23
11	McKoy	Mark	13"24	5	13"08	1993	32
10	Campbell	Tonie	13"29	5,1	13"17	1988	28
10	Dees	Anthony	13"25	11,5	13"05	1991	28
media			13"20	6,6	13"01		28

*Tabella 4 - Atleti in ordine di n. presenze con relativa prestazione media, posizione media, PB e relativo anno ed età di esecuzione (con relative medie).*

Gli atleti di questa lista che ci sembrano più meritevoli sono Colin Jackson per il numero di presenze (16), Xiang Liu per la media delle prestazioni (13"04) e Allen Johnson sia per numero di presenze (15) che per media di prestazioni (13"07) (anche se non ha mai raggiunto il WR).

#### DONNE

Sono stati raccolti i dati di 352 atlete diverse che negli ultimi 50 anni (49 a causa della mancanza

di alcuni anni) sono apparse in top 20; 7 sono le atlete che si sono mantenute all'interno dei top per più di 10 anni. Di queste solo l'atleta Grazyna Rabsztyn è stata in grado di far registrare (o eguagliare) il Record del Mondo della disciplina nel 1978, 1979 e 1980 (28, 29 e 30 anni). Da notare inoltre come, ad eccezione proprio di Grazyna Rabsztyn, tutte le atlete che hanno collezionato almeno 10 presenze siano atlete che hanno gareggiato da

gli anni '90, mentre nel genere maschile vi fossero atleti che avevano gareggiato in tutti i decenni da noi studiati. Tra queste atlete si possono riscontrare stature molto eterogenee, dal 1,60m al 1,78 (tabella 5).

Le atlete sono apparse per la prima volta in top 20 ad un'età compresa tra i 19 ed i 26 anni, con una media sui 22 anni, per poi fare l'ultima apparizione tra i 29 ed i 38 anni, con una media di 34 anni (tabella 6).

Tutte le atlete hanno fatto registrare la propria miglior prestazione a ridosso dei 30 anni e non sempre si tratta di prestazioni di elevatissimo valore (prossime al WR). La posizione media occupata da queste atlete risulta essere compresa tra la 6-7 posto.

L'atleta maggiormente degna di nota, sia per il numero di presenze (12) sia per la media delle prestazioni (12"49), è sicuramente Gail Devers-Roberts. Da però tenere d'occhio Lolo Jones che essendo ancora in attività potrà



<i>n. pres.</i>	<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>paese</i>	<i>Statura</i>	<i>1 anno</i>	<i>età pimo</i>	<i>ult. anno</i>	<i>età ultimo</i>
12	Devers-Roberts	Gail	Usa	1,60	1988	22	2004	38
11	Ennis-London	Delloreen	Jam	1,78	1999	24	2010	35
11	Forster-Hylton	Brigitte	Jam	1,65	2000	26	2012	38
11	Rabsztyn	Grazyne	Pol	1,72	1971	19	1981	29
10	Felicien	Perdita	Can	1,65	2001	21	2011	31
10	Girard-Leno	Patricia	Fra	1,63	1993	25	2003	35
10	Jones	Lolo	Usa	1,75	2002	20	2013	31
media				1,68		22		34

**Tabella 5** - Atlete in ordine di n. presenze con relativa nazionalità, statura, anno ed età della prima ed ultima presenza in top list (con relative medie).

forse scavalcare le altre atlete della lista.

(Nota: comprendendo le liste fino al 2018 Lolo Jones risulta aver collezionato 12 presenze con una media di prestazioni di 12"59).

Moltissime sono poi le atlete che si sono fermate a 9 presenze (o poco meno) in top 20.

Non abbiamo voluto analizzare ciascuna di esse per non far risultare la nostra esposizione eccessivamente pesante.

Ci pare però doveroso mettere in risalto i nomi di alcune atlete piuttosto interessanti: Glory Alozie, nigeriana poi naturalizzata spagnola, che ha una statura di soli 1,55m e che ha dominato la scena degli ostacoli dal 1998 al 2006; Yordanka Donkova, detentrica del record mondiale dal 1988 (26 anni) al 2016, e presente nelle liste dal 1982 al 1994; Pamela Kilborn-Ryan, australiana capace di primeggiare a livello internazionale sia sui 80Hs che sui 100Hs, oltre al salto in lungo, facendo più volte segnare il record

del mondo in entrambe le discipline ad ostacoli.

Poche furono le atlete capaci di primeggiare sia sugli 80Hs che sulla nuova distanza dei 100Hs, oltre alla succitata Pam Kilborn, che però si presentava nel 1969 con un'età già piuttosto avanzata (30 anni), va sicuramente ricordata la connazionale Maureen Caird che a soli 16 anni alle olimpiadi del 1968 fece registrare il nuovo record mondiale sugli 80Hs e nei primi anni successivi fece registrare delle ottime prestazioni anche nelle gare dei 100Hs, ma nel 1972 gli venne diagnosticato un cancro e si ritirò dalle competizioni.

### Discussione

Dai risultati emerge che gli USA sono in assoluto la nazione con i migliori (e le migliori) ostacolisti. A livello maschile la dominanza americana è assoluta.

A livello femminile, se nei primi

anni si riscontrava una diversificazione delle nazioni che riuscivano a portare atlete ad alto livello, con il tempo la tendenza pare sia quella di uno strapotere da parte delle americane anche in questa gara.

Ricordando che la gara degli ostacoli alti, oltre a fattori geneticamente imprescindibili, ma non unici delle popolazioni americane, è una competizione ad alto contenuto tecnico e che quindi probabilmente è proprio questo che porta gli americani ad un livello nettamente più alto rispetto alle altre nazioni.

Parlando dei singoli atleti non possiamo esimerci dall'effettuare dei paragoni tra i due generi. Il numero delle singole atlete entrate in top 20 negli anni da noi considerati è superiore a quello degli atleti maschili (U=303, D=352), seppur sia vero che nel nostro studio siano mancati un maggior numero di anni maschili rispetto al femminile (U=46, D=49), questa discrepanza non ri-

<i>n. pres.</i>	<i>cognome</i>	<i>nome</i>	<i>media prestazioni (s)</i>	<i>media posizioni</i>	<i>miglior prestazione (s)</i>	<i>anno</i>	<i>età</i>
12	Devers-Roberts	Gail	12"49	2,7	12"33	2000	34
11	Ennis-London	Delloreen	12"60	7,1	12"50	2007	32
11	Forster-Hylton	Brigitte	12"56	5,2	12"46	2003	29
11	Rabsztyń	Grazyne	12"83	5,5	12"36	1980	28
10	Felicien	Perdita	12"61	7,1	12"46	2004	24
10	Girard-Leno	Patricia	12"77	11,9	12"64	2002	34
10	Jones	Lolo	12"59	7,2	12"43	2008	26
media			12"64	6,7	12"45		30

**Tabella 6** - Atlete in ordine di n. presenze con relativa prestazione media, posizione media, PB e relativo anno ed età di esecuzione (con relative medie).

sulta sufficiente a colmare il divario riscontrato.

Nonostante ciò il numero di atleti che è riuscito per più di 10 anni a rientrare tra i primi 20 al mondo è il doppio rispetto al numero delle atlete (nU=14, nD=7), con numero di presenze estremamente più elevati.

Questi aspetti ci permettono di fare la seguente riflessione: gli atleti riescono ad esprimersi e a rimanere tra i migliori al mondo per un periodo più a lungo e con risultati di più elevato valore (vicinanza/abbattimento del WR) rispetto alla gara femminile.

Nella parte conclusiva del nostro precedente articolo<sup>[18]</sup>, a seguito dei dati raccolti, abbiamo esposto come gli atleti per poter affrontare gli ostacoli debbano necessariamente avere una popolazione di statura elevata (1,89m rispetto a 1,76m della popolazione), mentre le atlete sono tendenzialmente di statura prossima a quella della media della popolazione (1,69m rispetto a 1,64m della popolazione) e di come gli

ostacoli nella gara femminile presentino solamente un impedimento molto minore rispetto a quelli maschili (i dati di statura degli atleti più qualificati, anche nel tempo, confermano i dati precedenti).

Viene quindi naturale pensare come vi sia una probabilità maggiore di trovare atlete con caratteristiche (fisiche ed atletiche) d'élite, piuttosto che atleti, i quali subiscono una selezione maggiore dovuta all'elevata statura richiesta per eccellere in questa disciplina prima delle altre caratteristiche.

Ciò comporta ovviamente, una maggior competitività a livello femminile per numero di atlete, che non permette alle stesse atlete di restare in top list per un numero di anni elevato come per gli atleti.

Continuando il nostro confronto, le posizioni occupate nella graduatoria dagli atleti e dalle atlete sono pressappoco le stesse (mediamente posizione 6-7), le quali evidenziano una stabilità di

prestazioni tra i primi 10 al mondo per la maggioranza del periodo in cui sono rientrati tra i top 20. Anche l'età di presenza, seppur variegata e soggettiva da atleta ad atleta, risulta essere simile in ambo i generi (dai 21/22 ai 34 anni).

Il picco prestativo di questi atleti risulta essere tardivo rispetto a quanto descritto in letteratura<sup>[16,17]</sup>, in cui si afferma che gli ostacolisti raggiungano il picco a 26 anni e le ostacoliste a 27, mentre nei nostri atleti risulta essere stato mediamente a 28 anni negli uomini e a 30 anni nelle donne; con atleti in ambo i generi capaci di far registrare il proprio PB anche a 34 anni, e comunque mai prima dei 23-24 anni.

## Conclusioni

Analizzando i dati dei migliori ostacolisti, maschili e femminili, negli ultimi 50 anni è chiaramente emerso che sia presente uno strapotere della nazionale Usa in entrambe le gare.

I singoli atleti che riescono a mantenere un livello prestativo tra i primissimi al mondo riescono a primeggiare per oltre 10 anni (il massimo raggiunto per gli uomini 16 e per le donne 12 anni).

Solitamente, durante la loro permanenza tra i primi al mondo, essi occupano prevalentemente le primissime posizioni in graduatoria, con una media di prestazioni maggiormente elevata negli uomini (rispetto al WR) piuttosto che nelle donne.

Il picco prestativo di questi atleti



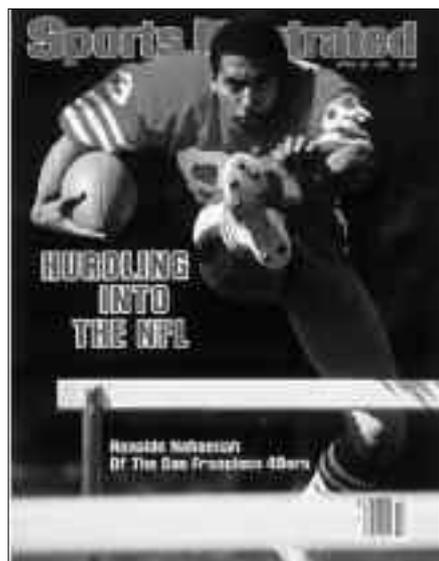
avviene mediamente a un'età più avanzata da quanto già espresso in letteratura.

La statura di questi atleti è in linea con quanto già emerso dal precedente articolo: uomini di statura elevata e donne prossime alla statura della popolazione; questo potrebbe essere un fattore che favorisce il maggior afflusso di atlete d'élite e, allo stesso tempo, un minor mantenimento della presenza in top list delle stesse.

## Appendici

### Ostacolisti e Football Americano

Come abbiamo appena visto, il dominio americano nella gara dei 110Hs è quasi totale, tanto da non lasciare molto spazio alle altre nazioni (se non un minimo negli ultimi anni). Durante la ricerca di informazioni a riguardo degli atleti ci siamo accorti che molti di essi (se non la maggior parte) avevano gareggiato anche co-



me giocatori di football americano a livello professionistico, spesso lasciando la loro carriera su pista. Questo fenomeno è già stato messo in risalto anche in altri studi<sup>[28]</sup>. Moltissime sono le caratteristiche comuni che gli atleti di queste due discipline, che a prima vista differiscono molto tra loro, devono possedere: velocità di corsa massima, mobilità, visione e focus, tecnica e buona forma atletica, controllo dei passi di corsa, assenza di paura dei contatti e collisioni.

Ovviamente le caratteristiche comuni avvicinano molto questi due sport, ma non spiegano del tutto questo fenomeno.

Dobbiamo ricordarci che ai vari campionati e manifestazioni internazionali (esclusi i meeting) vengano fatti iscrivere un massimo di 3 atleti per la stessa nazione per ciascuna disciplina, questo significa che tutti gli altri atleti, seppur risultino essere tra i migliori al mondo, vengono "lasciati a casa", con conseguente perdita di interesse da parte dei vari enti (sponsor, federazione, college, società) e, anche, di stimoli per l'atleta stesso.

Pensando poi alla remunerazione media di un atleta professionista di football americano, al numero di giocatori necessari in una squadra (*"le squadre dei campio-*

*nati professionistici hanno a disposizione, seduti sulle apposite panchine, oltre 50 giocatori poiché esistono 3 squadre specializzate per specifiche azioni di gioco e le riserve"*<sup>[20]</sup>) ed alla fama che questo sport gode in America, è facile comprendere il perché di questo fenomeno all'apparenza molto particolare.

### ...e l'Italia?!

Nel panorama mondiale degli ostacoli alti quale è stata la partecipazione della nostra nazionale negli ultimi 50 anni?

Si può affermare che a livello maschile essa si sia comportata in maniera egregia, vista la concorrenza. L'Italia, con le sue 9 presenze tra i top atleti, con un totale di 10 atleti (ma solo 5 atleti differenti), si piazza al 15° posto su 45 nella graduatoria per presenze in top 20.

Queste sono state conquistate come di seguito: 2 nel 1964, 5 dal 1965 al 1969, 1 nel 1971, 1 nel 1994 ed 1 nel 2002.

Per quanto riguarda le atlete i risultati sono stati più scarni. 2 sono le presenze delle italiane, e sempre 2 sono le atlete in totale ad averne fatto parte: 1 nel 1976 e 1 nel 2013.

L'Italia al femminile si colloca quindi al 35° posto su 48, al pari di Grecia, Haiti e Jugoslavia.

*Renaldo Nehemiah, dal 1978 al 1981 primo nelle graduatorie annuali sui 110Hs nei quali segna per 3 volte il WR (primo uomo sotto i 13"). Dal 1982 (23 anni) entra a far parte di una squadra di football americano professionistica. Ritournerà a fare atletica dal 1986 fino al suo ritiro nel 1992.*

## Bibliografia

- [1] Sherman, M. (1888). *Athletics and football*. London: Longmans Green and Co.
- [2] Mann R. and Herman J. (1985) Kinematic analysis of olympic hurdle performance: women's 100 meters. *International journal of sport biomechanics*, (1985) vol. 1, pp. 163-173.
- [3] Rash G.S., Garrett J. and Voisin M. (1990) Kinematic analysis of top american female 100-meter hurdlers. *International journal of sport biomechanics* (1990) vol. 6, pp. 386-393.
- [4] McDonald, C., & Dapena, J. (1991a) Angular momentum in the men's 110-m and women's 100-m hurdles races. *Medicine and science in sport and exercise* (1991) 23, 12, 1392-1402.
- [5] McDonald, C., & Dapena, J. (1991b) Linear kinematics of the men's 110-m and women's 100-m hurdles races. *Medicine and science in sport and exercise* (1991) 23, 12, 1382-1391.
- [6] Salo, A. & Grimshaw, P.N. & Marar, L. (1997a) 3-D biomechanical analysis of sprinting hurdles at different competitive levels. *Medicine and science in sport and exercise*, 2, 231-237.
- [7] Salo, A. & Grimshaw, P.N. & Viitasalo, J.T. (1997b). Reliability of variables in the kinematic analysis of sprint hurdles. *Medicine and science in sport and exercise*, 3, 383-389.
- [8] Salo, A. & Grimshaw, P.N. (1998) An examination of kinematic variability of motion analysis in sprint hurdle. *Journal of applied biomechanics*, 2, 211-222
- [9] Kampmiller T., Slamka M., Vanderka M. (1999) Comparative biomechanical analysis of 110m hurdles of Igor Kovac and Peter Nedelicky. *Kinesiology slovenica* 1999: vol. 5, issue 1/2 pp. 26-30.
- [10] McDonald, C. (2002) Hurdling is not sprinting. *Track Coach*, 161, 5137-5143.
- [11] Iskra, J. & Walaszczyk, A. (2003) Anthropometric characteristics and performance of 110m and 400m male hurdlers. *Kinesiology*, 32, 1, 36-47.
- [12] Iskra, J. & Coh, M. (2006) A review of biomechanics studies in hurdle races. *Kinesiology slovenica*, 12, 1, 84-102 (2006).
- [13] Salo, A. & Scarborough, S. (2006) Change in technique within a sprint hurdle run. *Sport Biomechanics*, 5, 2, 155-166.
- [14] Iskra, J. & Walaszczyk, A. (2007) Somatic build type and 110-m male hurdler training specificity. *MedSportpress*, 13, 1, 117-120, 2007.
- [15] Coh, M., & Iskra, J. (2012) Biomechanical studies of 110 m Hurdle clearance technique. *Sport Science* 5 (2012) 1: 10-14.
- [16] Vobr R., Stumbauer J. (2012) Analysis of the peak performance age in athletics (track and field part). *Acta Universitatis Carolinae: Kinanthropologica* 2012, 48, 1, 51-64.
- [17] Hollings S.C., Hopkins W.G, Hume P.A. (2014) Age at peak performance of successful track and field athletes. *Int J Sport Sci Coaching* 2014, 9, 4, 651-661.
- [18] Quagliarotti C., De Luca V., La Torre A., Piacentini M.F. (2014) Differenze ed analogie nelle gare degli ostacoli alti - studio statistico sui top atleti degli ultimi 50 anni. *Atletica-studi* 2014 1-4.
- [19] sports-reference.com Sport reference-Sport Statistics Quickly, Easily, & Accurately.
- [20] wikipedia.org
- [21] iaaf.org/records/toplistsiaaf top list 1999-2013
- [22] World sports International athletics annual/compiled by the Association of Track and Field Statisticians 1965-1973.
- [23] The ATFS world almanac, 1981. Compiled by R.L. Queretani.
- [24] World List, autori vari, 1974-1980, 1983-1988.
- [25] Annuario dell'atletica leggera, 1991-1998. Coni/FIDAL.
- [26] Annuario: Atletica Leggera, 1989. Coni/FIDAL.
- [27] Almanacco illustrato dell'atletica leggera, 1990. Coni/FIDAL.
- [28] Hansen D.M. (2011) Why do hurdlers make great football players? *Strength Power Speed* 2011.

## La spalla del saltatore con l'asta

Silvia Gandini<sup>1</sup>, Fabio Piloni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fisioterapista, Osteopata D.O., Laurea in Scienze Motorie

<sup>2</sup> Tecnico specialista, "tutor" settore giovanile FIDAL salto con l'asta



Molte delle patologie muscolo-tendinee che affliggono i saltatori con l'asta sono riscontrabili in percentuale simile negli specialisti di altre discipline dell'atletica leggera: tendinopatie achilleanche, lesioni muscolari agli ischiocrurali, sono problematiche comuni a tutti gli atleti, con particolare incidenza nei saltatori e nei velocisti. Ma alcune criticità localizzate in zona lombare e a livello della spalla sono situazioni problematiche ampiamente più diffuse (e quindi specifiche) negli atleti praticanti il salto con l'asta. La delicata fase di imbucata-stacco rappresenta un vero e proprio "choc articolare" a causa delle intense sollecitazioni generate dalla ricerca di elevate velocità di rincorsa e di attrezzi sempre più performanti. Sollecitazioni rese oltretutto estreme in caso di errori tecnici non sempre evitabili anche da parte degli atleti più esperti.

Per questa ragione negli ultimi anni è stata posta particolare attenzione alla profilassi di questa particolare tipologia di infortuni, mediante l'introduzione nei programmi di allenamento di una serie di esercizi mirati alla stabilizzazione articolare e al rinforzo della specifica muscolatura di sostegno. Se recentemente si è affermata una maggior consapevolezza dell'importanza di agire sulla prevenzione delle patologie del settore lombo-sacrale, non sempre si può dire lo stesso per quanto riguarda il sistema articolare della spalla che subisce sollecitazioni altrettanto estreme al momento critico dello stacco. In effetti l'impatto dell'asta in cassetta d'imbucata genera una violenta forza repulsiva che viene assorbita/contrastata dalla muscolatura del tronco e delle spalle dell'atleta.

### La meccanica dell'asta flessibile

La ricerca di "trasferire" all'asta l'energia cinetica generata dalla rincorsa, induce il saltatore a creare sempre più "profondità di stacco" o "penetration" (Tidow, 1989) dove il petto dell'atleta avanza fino al limite consentito dalla propria mobilità di spalle. Un limite che talvolta per effetto delle intense forze dinamiche in gioco, tende a oltrepassare quello consentito dalla normale fisiologia dell'articolazione.

Il corpo dell'atleta assume così la cosiddetta forma a "C" (fig. 1) dove la distanza fra le due ipotetiche linee verticali: la prima che unisce l'impugnatura superiore con il piede di stacco e la seconda che unisce l'impugnatura inferiore con l'asse delle spalle e il bacino tende ad essere più ampia possibile (fig. 2). È possibile osservare come molti fra i saltatori di alto livello siano indotti ad "estremizzare" questo particolare elemento tecnico. Il corpo dell'atleta si comporta come una molla lineare che offre una certa resistenza alla propria deformazione, tramite la contrazione eccentrica della muscolatura attivata. Tutto ciò, pur comportando inevitabilmente una certa dispersione di energia, consente all'atleta di creare le migliori condizioni biomeccaniche per eseguire in modo efficace le successive fasi del salto.



Figura 1



Figura 2

La ricerca di impugnature sempre più elevate e la conseguente riduzione dell'angolo asta-pedana al momento dell'imbutata, incrementa in modo notevole la problematica relativa alla dispersione di energia e quindi dello stress articolare. All'epoca dell'asta rigida i fattori determinanti erano rappresentati dall'angolo di uscita allo stacco e dall'angolo formato dall'asta rispetto al terreno al momento dell'imbutata in cassetta. L'attrezzo indeformabile oltre ad impedire il raggiungimento di impugnature elevate, comportava notevoli sollecitazioni alle articolazioni dell'atleta che dovevano assorbire passivamente il violento passaggio del sistema "asta-

atleta" da una velocità lineare ad una angolare. La dispersione di energia in questo caso è indicata dalla seguente relazione (Linthorne, 2000).

$$\Delta E = \frac{1}{2} mv^2 \cdot \cos^2 (\alpha + \varphi)$$

Dove:

$\Delta E$  = perdita di energia espressa in joules

$\frac{1}{2} mv^2$  = energia cinetica allo stacco

$\varphi$  = angolo di uscita allo stacco

$\alpha$  = angolo fra asta e pedana al momento dell'imbutata in cassetta

Nota: se  $(\alpha + \varphi) = 90^\circ$  il coseno dell'angolo sarà uguale a 0 e quindi dispersione di energia sarà pari a 0. Se  $\varphi = 0$  la dispersione sarà massima (proporzionalmente al coseno2 dell'angolo  $\alpha$ ).

Con l'avvento dell'asta flessibile il rendimento meccanico del salto ha subito un netto miglioramento: l'energia dissipata che nel salto ad asta rigida veniva totalmente assorbita dalla muscolatura e dalle strutture passive (tendini e legamenti) dell'atleta, ora viene in parte trasformata in lavoro di deformazione dell'attrezzo flessibile. In pratica una scorta di energia elastica immagazzinata nella flessione dell'asta e pronta per essere sfruttata sotto forma di energia cinetica e successivamente potenziale, da parte dell'atleta nel momento della sua estensione. La

perdita di energia in questo caso può essere quantificata dalla seguente formula (Linthorne, 2000).

DISPERSIONE DI ENERGIA NEL SALTO AD ASTE FLESSIBILI

$$\Delta E = \frac{F_0^2}{2k} \cos^2 (\alpha + \Phi)$$

Dove:  
 $\Delta E$  = perdita di energia espressa in joules  
 $F_0$  = carico critico dell'asta (kg/1000 m)  
 $k$  = coefficiente di elasticità del sistema asta (N/m)



K è la costante di “rigidità” espressa in N/m del complesso muscolo-scheletrico del saltatore al momento dello stacco. Un valore individuale di complessa definizione che più sarà elevato e minore sarà la dispersione di energia in questa fase.

Nella stessa formula compare anche il carico critico dell’asta FO che corrisponde praticamente al carico di rottura di quest’ultima espresso kg/lbs (in Newton nella formula) e indicato sull’attrezzo da parte dei costruttori.

Maggiore è la differenza fra FO e il peso dell’atleta e più energia potrà essere immagazzinata dall’attrezzo nelle fasi successive allo stacco. Ma altrettanto maggiore sarà anche il livello di sollecitazione e sovraccarico che dovranno sopportare le articolazioni dell’atleta al momento dell’imbucata (fig. 3).

Alte velocità di rincorsa favoriscono alte impugnature con conseguente diminuzione dell’angolo  $\alpha$ , per ridurre così al minimo la perdita di energia cinetica, occorrerà aumentare proporzionalmente l’angolo  $\Phi$  mediante una maggior “verticalizzazione” dello stacco. In pratica si tratta di aumentare la componente verticale della velocità senza diminuire (eccessivamente!) la componente orizzontale. Questo sarà possibile fino ad un certo limite oltre il quale la perdita della velocità orizzontale e quindi dell’energia cinetica sviluppata dal saltatore nella fase di rincorsa diverrebbe eccessiva e quindi controproducente: in tal caso un angolo ottimale di uscita allo stacco ( $\Phi$ ) è compreso fra  $15^\circ$  e  $20^\circ$  (Gardner, 1990; Linthorne, 2000).

In conclusione, l’esigenza di conservare un’elevata velocità orizzontale genera conseguentemente un’elevatissimo carico dinamico sul corpo dell’atleta e in

particolare sull’articolazione della spalla corrispondente all’impugnatura superiore che viene spinta in flessione forzata a causa della reazione all’impatto dell’asta in cassetta. L’intero corpo dell’atleta subisce questa violenta sollecitazione trasferendo l’energia cinetica sviluppata con la rincorsa all’attrezzo flessibile ma assorbendone e disperdendone una parte all’interno del proprio corpo.

Quest’ultima si trasformerà in calore tramite la componente muscolare ed in allungamento tramite le componenti elastiche sia muscolari che tendinee consentendo a loro volta di immagazzinare energia potenzialmente in grado di essere sfruttata nei movimenti successivi.

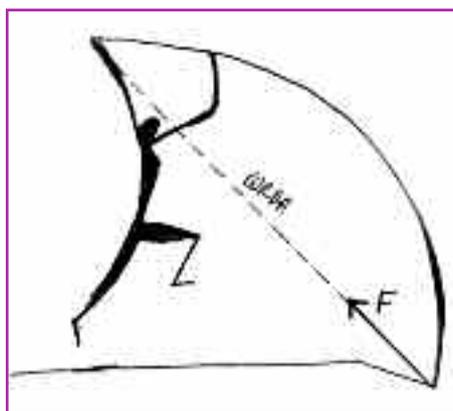


Figura 3



### Biomeccanica della spalla nell’astista

L’articolazione della spalla è in grado di adattarsi sviluppando una muscolatura specifica alle esigenze della disciplina sportiva, in particolare negli sport asimmetrici. La disciplina del salto con l’asta, per il raggiungimento di performance di livello, richiede un utilizzo intenso dell’articolazione della spalla, in particolare nell’arto dominante. La conformazione della fossa glenoide e l’incongruenza delle superfici articolari rendono la spalla intrinsecamente instabile (Culham e Peat, 1993); la stabilità dipende necessariamente dalla struttura capsulo-legamentosa e dalla cuffia muscolo-tendinea. I muscoli della spalla, principalmente i componenti della cuffia dei rotatori, devono gestire due funzioni complementari quali produrre la massima performance e mantenere l’integrità articolare. Il movimento consiste nella simultanea attivazione

concentrica dei muscoli agonisti e dall'intervento in eccentrica degli antagonisti. Durante lo shock con la cassetta la spalla dominante ruota esternamente e viene spinta in flessione, ciò significa che i Rotatori Esterni (RE) si attivano in modo concentrico per accompagnare il movimento dell'asta e i Rotatori Interni (RI) si attivano in modo eccentrico per frenare l'iperflessione della spalla. Possiamo sintetizzare il movimento definendolo di "flessione-abduzione-RE" includendo la parte del gesto tecnico che avviene a partire dalla presentazione dell'asta fino alla fase di take-off. La fase immediatamente successiva può essere definita di "estensione-adduzione-RI" e ha lo scopo di aggiungere energia al salto per allineare il corpo alla verticale dell'asta. In questo momento la spalla si estende e i RI si attivano in concentrica, i RE invece si contraggono in eccentrica. È stato verificato che la forza concentrica/ eccentrica della cuffia dei rotatori è collegata al livello di esperienza. Una pratica intensiva del salto con l'asta aumenta nettamente la differenza tra la spalla dominante e quella non dominante<sup>1</sup>.

## Fase di flessione-abduzione-RE della spalla

La presentazione dell'asta e quindi l'elevazione dell'arto dominante si effettua prima per *abduzione* nel piano a della scapola con gomito flesso, in seguito il gomito si estende con lo scopo di alzare al massimo l'asta durante l'incassamento. L'obiettivo primario di questo movimento è quello di aprire al massimo l'angolo tra l'asta e il terreno e di portare avanti gli arti e l'asta sul piano sagittale del corpo. In questa fase l'arto deve raggiungere la massima elevazione; fisiologicamente ciò avviene prima tramite l'abduzione e poi con la *flessione* dell'omero che nella media varia da 168° per gli uomini e 175° per le donne. Nel salto con l'asta, quando il piede lascia il suolo, *si raggiungono flessioni di 180° +/- 9,6° nei saltatori esperti* e di 168° +/- 10° nei prin-

cipianti. Ciò significa che la maggioranza dei saltatori esperti ha un'iperflessione che supera i 180° anche di conseguenza dell'utilizzo di impugnature più alte<sup>2</sup>. Durante l'elevazione intervengono movimenti di rotolamento, scivolamento e di rotazione esterna. Se la testa dell'omero ruotasse solamente nella cavità glenoidea il movimento sarebbe lussante; per mantenere il centraggio nella cavità glenoidea è necessario il movimento di scivolamento. Il movimento di rotazione esterna durante la flessione dell'omero è automatica in seguito alla tensione della capsula inferiore e della contrazione sincrona dei rotatori esterni.

Il movimento si divide in tre tempi:

- **0°-90°**: il *sovraspinato* e il *deltoide* iniziano l'abduzione. Il sovraspinato ha un'attività massima fino ai 90° mentre il deltoide agisce fino ai 180°. Per far sì che il movimento possa proseguire oltre i 90° l'omero deve effettuare una rotazione esterna per impedire il contatto del tubercolo maggiore dell'omero con la cavità glenoidea (Kandji, 2001). Una flessione orizzontale di 30 gradi associata all'abduzione ritarda allo stesso modo il limite meccanico e corrisponde a tutti gli effetti al reale piano di abduzione fisiologico (Pink e Perry, 1996).
- **90°-150°**: l'elevazione prosegue con il movimento a campana laterale della scapola grazie all'intervento del *trapezio* e del *dentato anteriore*. A 150° il movimento viene frenato dalla resistenza del gran dorsale e del grande pettorale.
- **150°-180°**: questi ultimi gradi vengono raggiunti grazie all'inclinazione laterale del rachide e all'aumento della lordosi lombare.

*In caso di limitazione articolare della spalla (muscoli contratti o accorciati) il movimento viene compensato incrementando la componente di inclinazione e di iperlordosi; ciò altera negativamente la dinamica del salto. L'atleta nel pre-stacco si trove-*

(1) Frère, J.: Vault Practice and Rotator Cuff Strength: comparison Between Novice and Competitive Athletes - International Journal of Computational Vision and Biomechanics 2015.

(2) Frère J.: Evaluations des forces musculaires isocinétiques de l'épaule dominante et non dominante, chez des perchistes experts et débutants. Institut National du sport (1) 2005.

rebbe in una posizione sfavorevole per l'utilizzo dell'energia della rincorsa durante il take-off. L'iperlordosi infatti accentua l'antiversione del bacino limitando l'estensione dell'anca, del ginocchio e la flessione dorsale del piede.

### Fase di estensione-adduzione-RI della spalla

L'estensione della spalla è attiva e gioca un ruolo fondamentale nella reazione alla spinta dell'asta verso l'iperflessione. Il movimento attivo ha lo scopo di riportare la mano dominante dalla verticale verso la cresta iliaca opposta e consiste in un movimento combinato di estensione, adduzione e rotazione interna della spalla.

All'aumentare della depressione del braccio il fascio sternale del *grande pettorale* è il muscolo dominante. La rotazione interna creata tramite il *sottoscapolare* contribuisce all'inizio di questo movimento. Il *grande rotondo*, il *gran dorsale* e i fasci inferiori del *piccolo pettorale* partecipano allo stesso modo dell'estensione della spalla. Gli stessi fasci del piccolo pettorale intervengono nell'azione di adduzione orizzontale verso la cresta iliaca opposta. Il grande rotondo contribuisce anche alla rotazione interna dell'omero. Per permettere la discesa dell'arto da 120° a 90° intervengono i muscoli *romboideo*, *elevatore della scapola*, *succlavio* e *piccolo pettorale* attraverso il movimento a campana della scapola. Inoltre si attivano i fasci posteriori del *deltoide* e, a gomito esteso, il *tricipite*.

### Applicazioni pratiche

A livello pratico è importante conoscere quali muscoli si attivano e in quale momento agiscono sia per migliorare l'efficacia del salto e quindi la performance, sia per prevenire vizi posturali, con conseguenti limitazioni tecniche e infortuni. Le capacità dell'arto dominante sono cruciali per il salto con l'asta e rivestono un ruolo sempre più importante all'aumentare della velocità della rincorsa e dell'impugnatura-durezza dell'attrezzo.

È chiaro che all'incrementare del livello del salta-

tore con l'asta incrementi anche l'asimmetria tra i due arti. Il lato non dominante lavora in isometria con elevazione omerale inferiore mantenendo la flessione dell'asta, il lato dominante invece deve resistere alle forze dell'asta che portano la spalla in iperflessione. Un'atleta di livello dovrà quindi possedere:

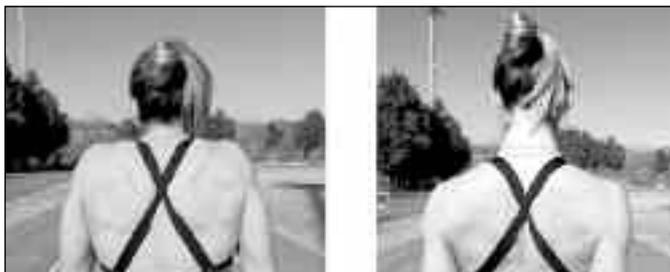
1. Un'ottima articolarietà della spalla su tutti i piani.
2. Un adeguato timing di attivazione di tutti i muscoli della spalla (con particolare attenzione anche per la scapolo-toracica e per la scapolo-omero).
3. Una buona forza dei rotatori esterni in concentrica ed un'ottima forza dei rotatori interni in eccentrica ad arto elevato.
4. La capacità di convertire rapidamente l'azione dei rotatori portando i RE dalla contrazione concentrica all'eccentrica e i RI dall'eccentrica alla concentrica nel passaggio dalla fase di flessione-abduzione-RE alla fase di estensione-adduzione-RI.



## 1. Esercizi per l'articolarietà della spalla

- **ARTICOLARITÀ SUPERO-INFERIORE:** sollevamento e abbassamento delle spalle.

Portare le spalle vicino alle orecchie e lentamente abbassarle percependo l'avvicinamento delle scapole.



- **ESERCIZI PENDOLARI DI DE-COATTAZIONE**

Con il busto rivolto verso il terreno, il braccio pendente a 90° verso il pavimento: effettuare delle oscillazioni o delle rotazioni dell'arto superiore partendo dalla spalla.

Si consiglia di aggiungere un piccolo peso per incrementare la de-coattazione articolare. Esercizio indicato a seguito di sedute tecniche particolarmente impattanti.



- **ARTICOLARITÀ SUL PIANO SAGITTALE:** circonduzione delle spalle con una funicella.



Con una funicella impugnata con le due mani portare le braccia oltre la verticale della testa e proseguire verso dietro-basso a contatto con il corpo, svolgere poi il movimento nella direzione opposta. È possibile aumentare la difficoltà riducendo progressivamente l'impugnatura fra le mani.

- **STRETCHING DELLA FASCIA PETTORALE E PALMARE**

Aprire le braccia con i palmi rivolti verso avanti, portare poi i polsi e le dita verso dietro. È possibile aiutarsi nel movimento di apertura delle braccia con una porta aperta fissando le braccia sullo stipite e avanzando con il corpo.



## 2. Esercizi di timing di attivazione muscolare e di stabilizzazione

- **STABILIZZAZIONE DELLA CUFFIA DEI ROTATORI**

a) Fissare un elastico alla spalliera all'altezza del gomito. La durezza dell'elastico varia in base alle condizioni dell'atleta. La posizione di partenza è con il gomito flesso a 90°, braccio aderente al corpo e mano rivolta con il pollice verso l'alto. Per il rinforzo dei rotatori esterni l'elastico si trova all'interno; il movimento consiste in una spinta "in apertura" senza allontanare il braccio dal resto del corpo. Per il



rinforzo dei rotatori interni l'elastico si trova all'interno del corpo e il movimento si svolge tirando l'elastico verso l'interno "in chiusura" facendo attenzione alla stabilizzazione posturale.

- b) Dalla posizione supina, mantenendo fissata la scapola, portare la palla da in alto a in basso mantenendo la spalla e il gomito a 90°. L'esercizio è a carattere propriocettivo in quanto viene eseguito con due piccoli palloni pieni di liquido.



• STABILIZZAZIONE DELLA SCAPOLA E DEL TRONCO

- a) Partendo con le braccia lungo i fianchi aprire le braccia in fuori a 90° mantenendo i palmi verso il basso. Prima di partire con il movimento e per tutto il range è necessario mantenere contratti i muscoli interscapolari e il trapezio inferiore. La sensazione deve essere quella di portare entrambe le scapole verso il basso nella direzione della linea mediana del corpo. L'esercizio è a carattere propriocettivo in quanto viene eseguito con due piccoli palloni pieni di liquido.



- b) Partendo dalla posizione in ginocchio sul disco propriocettivo avanzare progressivamente con il corpo mantenendo il tronco e le braccia allineate. Per raggiungere la posizione idonea è necessario portare le scapole dentro-sotto, richiamare in avanti il pube e retrarre l'addo-

me. L'esercizio è destinato ad atleti che possiedono già un discreto controllo posturale.



- c) Dalla posizione supina con le braccia flesse in avanti e le scapole ben stabilizzate, sollevare il tronco flettendo i gomiti a 90°.



- d) In sospensione lasciare cadere completamente il corpo verso il basso percependo l'allungamento della spalla. Da questa prima posizione risalire con il corpo semplicemente portando le scapole in direzione infero-mediale. È possibile semplificare l'esercizio con l'appoggio degli arti inferiori alla spalliera.



### 3. Esercizi per RE in concentrica e RI in eccentrica specifici

- PULLOVER SPECIFICO

L'arto superiore dominante (in questo caso il sinistro) sostiene la palla in un movimento di elevazione fino a massimo range, l'arto controlaterale accompagna e direziona il movimento. È possibile utilizzare palloni o manubri di peso variabile in base al livello dell'atleta.



- ECCENTRICA SPECIFICA DEGLI ESTENSORI, ADDUTTORI E ROTATORI INTERNI

L'esercizio consiste nel trazionare fortemente con entrambe le mani in direzione anteriore un elastico posizionato posteriormente; una volta raggiunta la massima tensione frenare il movimento di ritorno dell'elastico solo con l'arto domi-

nante fino al raggiungimento del massimo range. Per rendere più specifico l'esercizio è opportuno trazionare l'elastico in avanti aggiungendo le componenti di rotazione interna e adduzione e viceversa in direzione posteriore.

Anche in questo esercizio è fondamentale la stabilizzazione del resto del corpo.

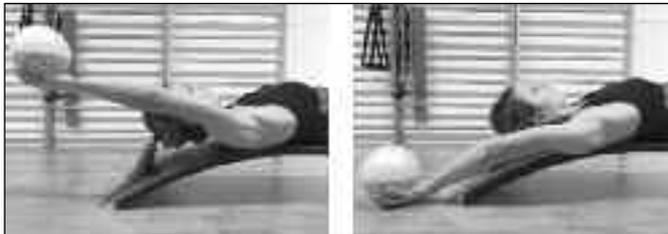


#### 4. Esercizi di conversione da concentrico a eccentrico e da eccentrico a concentrico

- PERCEZIONE E PROPRIOCEZIONE NEL MOVIMENTO DI CONVERSIONE

Con l'ausilio della fluiball frenare lentamente la caduta posteriore dell'arto fino al massimo range. Appena terminata la discesa riporto il braccio verso il soffitto.

È fondamentale la stabilizzazione degli altri distretti articolari come la scapola, il bacino e la colonna.



- CONVERSIONE REATTIVA

L'atleta è supino su un sostegno che permetta alla spalla di essere svincolata. Il braccio è in massima flessione con il palmo rivolto verso l'alto. Il busto è ben stabilizzato.

Un assistente lascia cadere una piccola palla medica sulla mano dell'atleta il quale deve frenare la discesa e rapidamente spingere la palla verso l'alto.

Attenzione a ponderare peso, dimensioni e distanza di caduta del pallone in base alle capacità del soggetto.



## Bibliografia

- Arampatzis A. Brüggemann G.P. Schade F., "Biomechanical analysis of the pole vault at the vith world championships in athletics" Deutsche Sporthochschule, Köln, Germany, 1998.
- Gardner, T. (1990). A comparison of the take-off action in different pole vaulters. *Athletics Coach*, 24(1), 3-5.
- Linthorne N.P., "Energy loss in the pole vault take-off and the advantage of the flexible pole" Blackwell Science Ltd - Sports Engineering (2000) 3, 205-218.
- Linthorne N.P., *Materials in Sports Equipment, Volume 2*, A. Subic (Editor), Woodhead Publishing, Cambridge 2007 pp. 296-320.
- Schade F., "Pole vault diagnostics", Presentations of the 7<sup>th</sup> European Pole Vault and High Jump Conference 2016, Cologne.
- Tidow G., "Model technique analysis sheet for the vertical jumps", Part III. IAAF 1989.
- Warburton T.K., "Energy and Pole Ground Reaction Force Contributions to Pole Vault Performance" thesis for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Western Australia, 2015.
- Frère J., Vault Practice and Rotator Cuff Strength: comparison Between Novice and Competitive Athletes - *International Journal of Computational Vision and Biomechanics* (2015).
- Hageman, P.A., Mason, D.K., Rydlund, K.W. and Humpal, S.A. (1989). Effects of position and speed on eccentric and concentric isokinetic testing of the shoulder rotators. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 11(2), 64-69.
- Gros, H.J. and Kunkel, V. (1990). Biomechanical Analysis of the pole vault. In *Scientific Research Project at the Games of the 24<sup>th</sup> Olympiad - Seoul 1988, Final Report* (edited by G.-P. Brüggemann and B. Glad), pp. 219-260. Monaco: International Amateur Athletics Federation.
- Frere J., Evaluations des forces musculaires isocinétiques de l'épaule dominante et non dominante, chez des perchistes experts et débutants. *Insistut National du sport* 2005.

## La cinematica del passo nello sprint

Confronto della tecnica di corsa dello sprint nella fase di accelerazione di pick-up

Stefanie Manzer, K. Holländer, Klaus Mattes



### Introduzione

Negli ultimi anni, la Federazione tedesca di Atletica Leggera e il team del responsabile federale dello sprint, Ronald Stein, si sono spesi per essere più concorrenziali a livello internazionale, sia nelle staffette, sia nelle discipli-

ne individuali dei 100mt e 200mt. Da circa 2 anni il team dello sprint lavora a stretto contatto con i professori Klaus Mattes e Stefanie Manzer dell'Istituto di Scienze Motorie dell'Università di Amburgo. Insieme, hanno dato il via ad un progetto per lo sviluppo della tec-

nica nello sprint, portato avanti con il Comitato regionale di atletica leggera presso il Centro federale della città anseatica.

Nell'articolo "Europas Élite im Check" (n.d.T. *L'élite europea sotto esame*), pubblicato su *leichtathletiktraining* 4/2016, lo stesso Ronald Stein ha illustrato svariate analisi della tecnica. A completamento di tali sequenze di immagini, qui a seguire si presenta l'analisi della tecnica di alcuni giovani atleti della regione di Amburgo.

Il modello tecnico di base è stato sviluppato dalla Facoltà di scienze motorie e dell'allenamento dell'Università di Amburgo in collaborazione con il Centro Olimpico di Berlino (dott. Ralf Buckwitz), con il responsabile nazionale dello sprint (Ronald Stein) e testato con gli atleti della selezione regionale.

In preparazione agli Europei di Zurigo del 2014 fu condotta per la prima volta un'analisi cinematica dei migliori sprinter tedeschi di sesso maschile. Seguirono ulteriori ricerche che ebbero ad oggetto le migliori sprinter donne e, quindi, gli atleti in età evolutiva (nel 2015).

Al fine di poter utilizzare il nuovo modello tecnico non soltanto nella fase di massima velocità, ma anche nella fase di accelerazione di pick-up e, quindi, al fine di poter ottenere maggiori informazioni proprio riguardo alla fase di accelerazione di pick-up, nel 2015 furono condotte le analisi cinematiche sopraccitate, le quali consentirono di confrontare meglio le due fasi dello sprint.

## Il modello dello sprint a quattro fasi

Secondo AE et al. (1991), Brüggemann e Glad (1988) e Shen (2000) lo sprint sui 100 metri si può suddividere, a seconda della velocità di corsa, in fase di partenza dai blocchi, fase di accelerazione, fase di massima velocità e fase di riduzione della velocità. Tale modello a quattro fasi è descritto anche da Jürgen Bernhart in *leichtathletiktraining* 1/11 (da pagina 20). In altri studi si suddivide ulteriormente la fase di accelerazione in accelerazione di partenza e accelerazione di pick-up (Letzelter & Fuchs, 2000; Letzelter & Letzelter, 2002; Türknoak, 2002). Il grafico 1 illustra la modellizzazione del record del mondo di Usain Bolt nel 2008 a Pechino.

### L'ampiezza delle singole fasi

Poiché la struttura delle fasi dipende fortemente dalla capacità di prestazione e dalla velocità dell'atleta, la letteratura attuale non si pronuncia unitariamente in merito alla loro esatta ampiezza (Mackala et al. 2015; Schrader et al. 2008). Secondo Mackala, l'accelerazione di pick-up avviene tra i 35 e i 60 metri esclusivamente negli atleti d'élite a livello internazionale. Negli atleti più giovani e meno allenati, essa può manifestarsi prima e per un tratto meno ampio (dai 12 ai 35 metri).

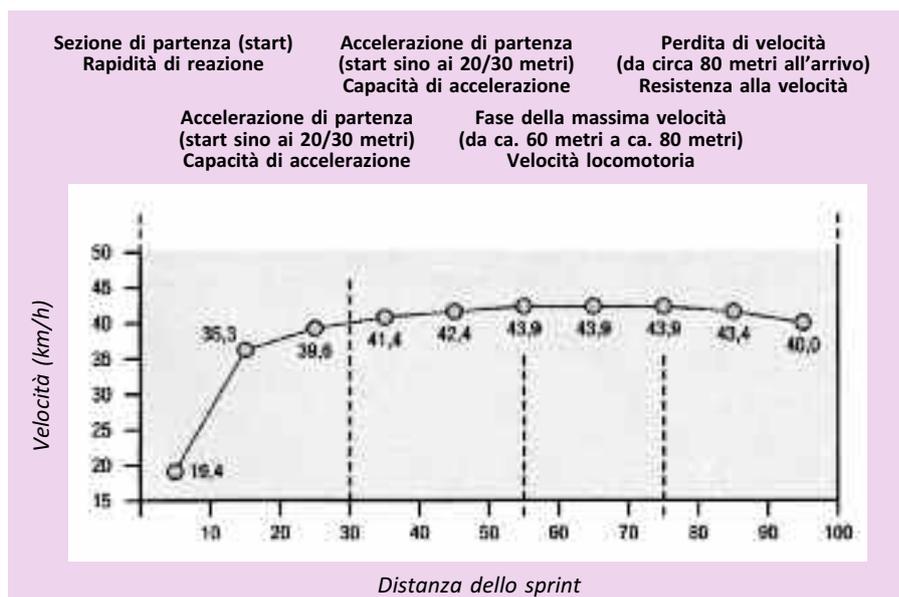


Grafico 1 - Andamento della velocità nel record sui 100 metri di Usain Bolt.

### Il passo nello sprint

Precedenti ripartizioni in fasi funzionali suddividono il movimento del passo nello sprint in una fase di slancio e in una di appoggio, accentuando l'importanza della muscolatura estensoria del ginocchio ai fini dell'avanzamento (Schmolinsky, 1974). Con le ricerche di Tidow e Wiemann (1994) si è partiti dal concetto che il passo sia costituito da una fase di slancio e da una di trazione ed è stato coniato il termine di "corsa in trazione" a sottolineare la funzione della muscolatura ischio-crurale come principale determinante dell'avanzamento. Di conseguenza, si distingue ulteriormente in una fase di slancio, con impulso e avanzamento del ginocchio (calciata sotto, slancio con innalzamento del ginocchio) e in una fase di trazione, con trazione nello slancio (griffata, con-

tatto a terra) e trazione nell'appoggio (estensione, stacco) (Tidow & Wiemann, 1994).

#### ACCELERAZIONE DI PICK-UP

Diversamente da quanto accade per la fase di massima velocità, gli studi sull'accelerazione di pick-up sono sinora rari ed incentrati esclusivamente su atleti di sesso maschile (Mackala et al. 2015; Coh et al., 2001; Nagahara et al. 2014). Grazie all'input fornito da Patrick Domogala, in *leichtathletiktraining* 12/2012 (da pagina 25) sono già state descritte le caratteristiche dell'accelerazione di pick-up. Mentre nell'accelerazione di partenza l'appoggio del piede avviene sotto al baricentro corporeo, nell'accelerazione di pick-up il piede appoggia leggermente avanti al corpo. Nell'azione di avanzamento dell'arto di slancio bisognerebbe cercare di descrivere con il piede un'azione curvilinea.

Nella fase di slancio il piede dovrebbe muoversi attivamente verso il basso e verso dietro per ridurre le forze frenanti nella fase di appoggio anteriore.

La fase dell'accelerazione di pick-up si distingue, al pari della fase di massima velocità, per la posizione completamente eretta del busto (Tidow & Wiemann, 1994).

In entrambe le fasi, a risultare determinanti sono le stesse caratteristiche, le quali secondo Buckwitz e Stein (2014) et al. si possono riassumere come segue:

- fase di appoggio anteriore poco marcata, con la presa di contatto leggermente avanzata rispetto al baricentro corporeo;
- arto inferiore disteso al momento dell'appoggio del piede;
- lieve cedimento dell'articolazione del ginocchio al momento dell'appoggio;
- lieve azione di calciata sotto dell'arto di slancio.

Tuttavia, sinora non si sono effettuate ricerche sufficienti allo scopo di determinare quali aspetti differenzino le due fasi dello sprint.

## Studio sulla cinematica dello sprint

### METODI

Il gruppo preso ad oggetto dal presente studio si compone di quattro atleti della selezione regionale di Amburgo, dieci atleti in età evolutiva di un gruppo di allenamento dello Sport Club Poppenbüttel e due studentesse di Amburgo con esperienza plu-

riennale nell'atletica leggera. Al momento dell'attuazione del test (aprile 2015), i soggetti erano in età compresa tra i 15 e i 23 anni e praticavano atletica leggera da 6,5 anni in media.

Tutti stavano preparando la stagione estiva e godevano di buona salute.

### ATTUAZIONE DEL TEST

Dopo un riscaldamento generale, gli atleti sono stati markerizzati con sei marker ben visibili (su petto, fianchi, ginocchio, caviglia, parte interna ed esterna del piede).

A quel punto, si sono dedicati al riscaldamento specifico per lo sprint e in seguito hanno eseguito uno sprint lanciato di 30 metri e (dopo aver recuperato completamente) uno sprint sui 30 metri dai blocchi di partenza. Tutti gli sprint sono stati eseguiti sulla pista indoor di Amburgo con copertura in tartan.

Ogni doppio passo è stato campionato ad una frequenza di 200 fotogrammi/secondo tramite vi-

deocamera highspeed posizionata lateralmente. La zona di ripresa si trovava a 15-25 metri nello sprint sui 30 metri dai blocchi di partenza (accelerazione di pick-up) e tra i 35 e i 45 metri (velocità di sprint massimale) nel lanciato sui 30 metri. Inoltre, grazie alle fotocellule è stato possibile misurare i tempi per ogni 10 metri della prova.

### VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Per la valutazione dei risultati sono stati determinati, oltre a diversi parametri tecnici dello sprint, anche quattro angoli corporei (anca, ginocchio, piede e coscia rispetto ad una linea orizzontale) raccolti in diverse posizioni-chiave del passo nello sprint (stacco, sostegno, angolo al ginocchio minimo durante la calciata sotto, elevazione massima del ginocchio nella fase di slancio e posizione di griffata). Inoltre, è stata indagata la distanza orizzontale tra l'alluce e l'anca al momento dell'appoggio (si veda a tal proposito il grafico 2).



Grafico 2 - Angoli corporei e definizione della distanza orizzontale alluce-anca.



**Figura 1** - Sia nella fase di accelerazione di pick-up, sia nella fase di velocità di sprint massimale, l'arto di appoggio dovrebbe essere il più possibile disteso a livello del ginocchio.

Differenze significative (rilevanti dal punto di vista statistico e troppo elevate per poter essere catalogate come casuali) nel confronto tra la fase di accelerazione di pick-up e la fase di massima velocità si sono manifestate:

- nella velocità, nella lunghezza del passo (a sinistra e a destra), nella lunghezza del passo doppio e nel tempo di volo (a sinistra e a destra) con valori più elevati nella fase di massima velocità;
- nel tempo di contatto del piede a terra (a sinistra e a destra) con valori inferiori nella fase di massima velocità (si veda a tal proposito la tabella 1).

Nel confrontare le due fasi dello sprint, si osserva che gli angoli al ginocchio dell'arto inferiore di slancio sono significativamente

differenti:

- nella fase di griffata: i soggetti hanno presentato angoli al ginocchio più aperti, in media di 5,3 gradi (soggetti di sesso femminile) e di 5 gradi (soggetti di sesso maschile), nella fase di massima velocità;
- all'appoggio del piede: i soggetti hanno presentato angoli al ginocchio più aperti, in media di 8,1 gradi (soggetti di sesso femminile) e 4,4 gradi (soggetti di sesso maschile), nella fase di accelerazione di pick-up e nel cedimento durante l'appoggio a terra (valori maggiori nella fase di massima velocità).

DIFFERENZE TRA SOGGETTI

DI SESSO MASCHILE E FEMMINILE

Nei soggetti di sesso maschile si sono registrate velocità di sprint,

sesso	test	velocità di sprint	ampiezza del passo (m)			frequenza del passo (passi/sec)			tempo di contatto (ms)		tempo di volo (ms)	
		(m/s)	sinistra	destra	doppio	sinistra	destra	doppio	sinistra	destra	sinistra	destra
femm.le	pick-up	7,7 ± 0,4	1,87 ± 0,08	1,91 ± 0,13	3,78 ± 0,19	4,26 ± 0,31	4,19 ± 0,28	2,11 ± 0,12	115 ± 11	116 ± 10	121 ± 12	123 ± 10
	sprint	8,0 ± 0,3	1,94 ± 0,09	1,97 ± 0,11	3,91 ± 0,19	4,22 ± 0,23	4,20 ± 0,25	2,10 ± 0,11	108 ± 9	109 ± 11	129 ± 12	130 ± 10
masch.le	pick-up	8,4 ± 0,3	2,01 ± 0,16	2,04 ± 0,13	4,04 ± 0,26	4,34 ± 0,38	4,37 ± 0,31	2,17 ± 0,14	113 ± 10	110 ± 12	119 ± 16	120 ± 13
	sprint	9,2 ± 0,3	2,14 ± 0,14	2,19 ± 0,09	4,33 ± 0,22	4,36 ± 0,29	4,38 ± 0,28	2,18 ± 0,13	108 ± 9	106 ± 7	123 ± 11	124 ± 12
Livello di significatività* (p)		0	0	0	0	0,81	0,87	0,98	0,01	0,02	0,05	0,05

\* Il livello di significatività p serve ad identificare un'eventuale differenza. Qualora il valore p sia  $\leq 0,05$ , si sarà in presenza di una differenza significativa. In tabella, i valori significativi sono scritti in blu.

Legenda: Pick-up = accelerazione di pick-up nello sprint; Sprint = fase di massima velocità

**Tabella 1** - Confronto dei valori cinematici della fase di pick-up e della fase di massima velocità.

ampiezza del passo (a sinistra e a destra) e ampiezza del passo doppio significativamente maggiori rispetto ai soggetti di sesso femminile (si veda a tal proposito la tabella 1). I soggetti di sesso femminile, oltre ad appoggiare il piede più vicino al corpo (distanza orizzontale anca-alluce) presentano un appoggio caratterizzato da una maggiore estensione del ginocchio rispetto ai soggetti di sesso maschile.

DIFFERENZE TRA LA FASE  
DI ACCELERAZIONE DI PICK-UP  
E LA FASE DI MASSIMA VELOCITÀ

Per meglio confrontare le due fasi dello sprint, il figura 2 ne esemplifica le posizioni-chiave illu-

strandando, inoltre, le differenze mediamente osservate a livello dell'arto di appoggio e del ginocchio dell'arto di slancio nella preparazione alla presa di contatto.

*Anche l'inclinazione del tronco è differente nelle due fasi dello sprint.*

*Durante la fase di accelerazione di pick-up il busto è generalmente più proteso verso l'avanti rispetto a quanto accade nella fase di massima velocità (si vedano a tal proposito la foto 3 e C del figura 2).*

Tale posizione del busto non è tuttavia riscontrabile in tutti gli atleti.

## Discussione

La massima velocità di sprint misurata nelle due fasi prese in considerazione è stata di 7,7 e 8,0 metri al secondo per i soggetti di sesso femminile, mentre per i soggetti di sesso maschile è stata di 8,4 e 9,2 metri al secondo, confermando così gli elevati valori attesi. Nella fase di massima velocità, l'ampiezza del passo doppio dei soggetti presi in esame era in media di 21 cm maggiore rispetto a quella riscontrata durante l'accelerazione di pick-up. In particolare, rispetto all'accelerazione di pick-up, nella fase di massima velocità gli uomini aumentavano l'ampiezza del passo

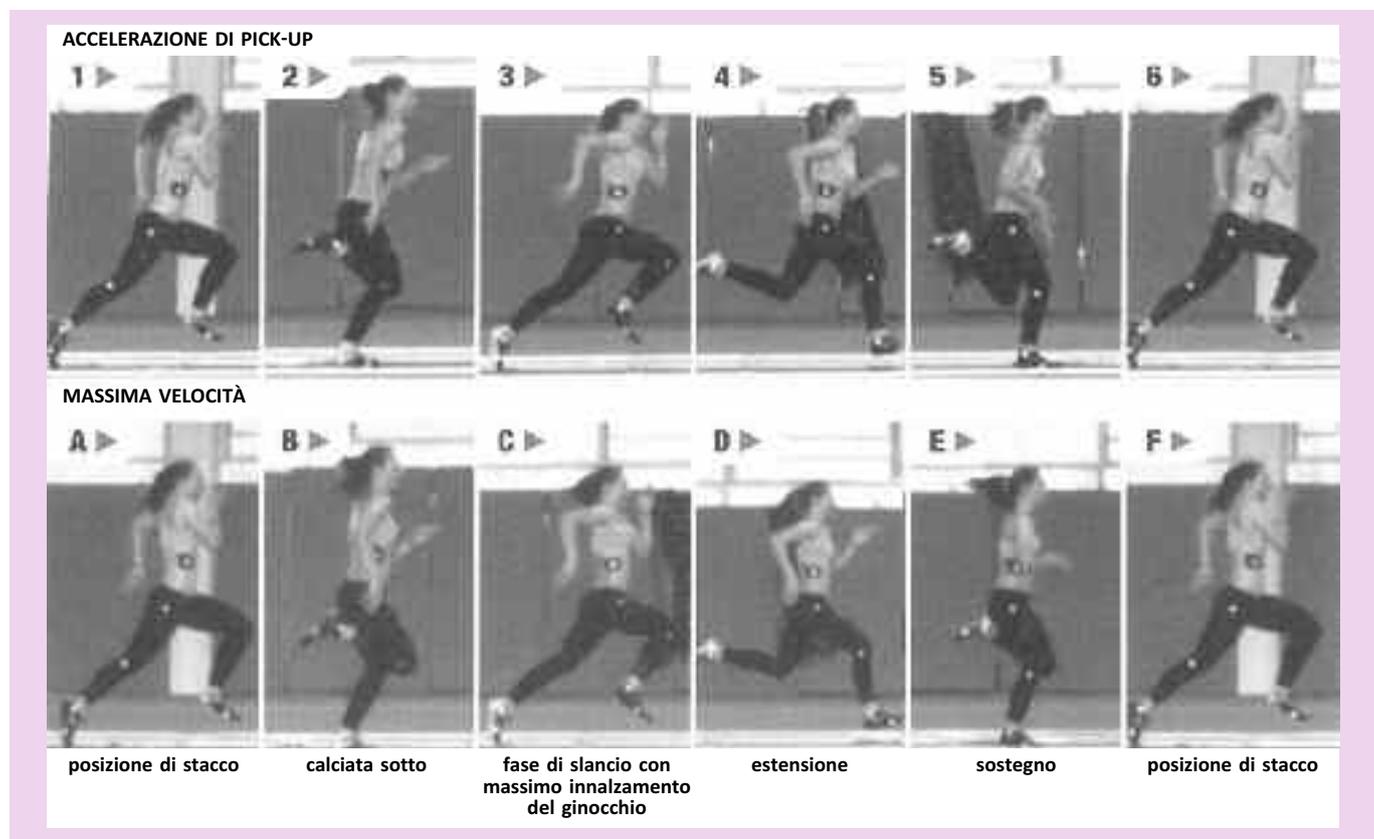


Figura 2 - Esempi di azioni motorie durante la fase di accelerazione di pick-up e la fase di massima velocità.

doppio di 29 cm e le donne di 13 cm. La frequenza del passo non ha, invece, mostrato alcuna variazione significativa tra accelerazione di pick-up e fase di massima velocità.

Nonostante si tenda a presupporre una correlazione negativa tra ampiezza e frequenza del passo, capace di influire sulla velocità di sprint (Morin et al, 2012; Krzystof & Mero, 2013; Hunter et al., 2004; Weyand et al., 2000), i soggetti presi in esame hanno realizzato un aumento della velocità incrementando l'ampiezza e mantenendo sempre la stessa

frequenza del passo. Questo risultato è provato dalle ricerche di Bezodis (2012), il quale scoprì che alcuni sprinter d'élite a livello internazionale raggiungevano la loro velocità di sprint massima aumentando la sola l'ampiezza del passo. D'altra parte, egli dimostrò anche che altri atleti ottengono un aumento della velocità di sprint attraverso un aumento della frequenza del passo. Anche Corn & Knudson (2003) riferiscono della correlazione tra ampiezza e frequenza del passo. Tuttavia, capita di frequente che un miglioramento di una di que-

ste caratteristiche non porti al miglioramento dell'altra o, addirittura che il miglioramento di una causi il peggioramento dell'altra, e viceversa.

Alla velocità di sprint massima i tempi di contatto a terra erano di circa 6 millisecondi più brevi, di contro, i tempi di volo si allungavano di circa 5-6 millisecondi. La durata del doppio passo (ca. 235 ms) restava invece invariata. Una durata maggiore della fase di volo suggerisce che un maggiore impulso di forza verticale durante la fase di contatto a terra a velocità di sprint massi-



male sia un importante presupposto per la prestazione.

### Accelerazione di pick-up

Massima velocità: posizione di stacco, calciata sotto, fase di slancio con massimo innalzamento del ginocchio, estensione, sostegno, posizione di stacco

#### ANALISI DELLE SEQUENZE DI IMMAGINI

La riduzione dei tempi di contatto e l'aumento dei tempi di volo e dell'ampiezza del passo spiegano la maggiore velocità ottenuta nella fase di massima velocità rispetto alla fase di accelerazione di pick-up.

Tale differente "produzione" di velocità è legata ad un pattern motorio caratteristico, il quale si evidenzia in entrambe le sequenze di immagini (si veda a tal proposito la figura 2).

Innanzitutto, si osserva che le due fasi dello sprint, pur differenziandosi nella fase di sostegno (si vedano a tal proposito la foto 5 ed E, ginocchio dell'arto di slancio e di appoggio) differiscono in modo molto limitato nella posizione di stacco (si vedano a tal proposito le foto 1, A, 6 e F).

Grazie ad un tempo di volo più lungo, pur essendo l'articolazione del ginocchio maggiormente estesa, nella fase massima velocità l'appoggio del piede avviene vicino al corpo, analogamente alla fase di accelerazione di pick-up. Durante l'appoggio, anche l'angolo al ginocchio risulta, di conseguenza, più aperto, e l'arto di slancio più flesso (si veda a tal proposito la foto 5). Young (2007)

aveva peraltro già puntualizzato l'importanza di un maggiore tempo di volo per il raggiungimento di una posizione di appoggio efficace.

Nella fase di massima velocità, durante il contatto a terra di ca. 6 millisecondi più breve, avviene un forte cedimento dell'articolazione del ginocchio, che peraltro si riscontra anche nell'accelerazione di pick-up. L'analoga estensione del ginocchio di ca. 23 gradi per entrambe le fasi dello sprint conduce, di conseguenza, a posizioni di stacco simili con un angolo al ginocchio di ca. 164 gradi a conclusione della fase di contatto (si vedano a tal proposito le foto 1, A, 6 ed F).

Nelle due fasi dello sprint si osservano differenze per la posizione del piede dell'arto di slancio nella posizione di sostegno (si vedano a tal proposito la foto 5 ed E) e in quella di calciata sotto (in cui è minimo l'angolo al ginocchio, foto 2 e B). Tuttavia, queste differenze non si osservano nel punto di massimo innalzamento del ginocchio in fase di slancio (foto 3 e C).

Le differenze nella posizione del ginocchio dell'arto di slancio nel momento del sostegno nella fase di velocità massima possono essere considerate il risultato della maggiore durata della fase di volo.

L'atleta evidenzia una decisa azione di calciata sotto con angolo acuto al ginocchio dell'arto di slancio al momento dell'accelerazione. Non è chiaro se questa azione avvenga naturalmente (ginocchio mobile), ossia a musco-

latura distesa, oppure per effetto di una flessione attiva del ginocchio (Seagrave et al. 2009).

Si osserva inoltre che, in entrambe le fasi dello sprint, non è mai possibile osservare una completa estensione del ginocchio in fase di stacco (si vedano a tal proposito le foto 1, A, 6 ed F).

Sebbene la sequenza presa in esame descriva il pattern motorio come percepito dall'esterno, essa può essere presa a spunto per discutere di una maggiore richiesta di forza reattiva, con particolare riferimento alla fase eccentrica dell'appoggio alla velocità di sprint massimale.

### Slancio con innalzamento del ginocchio

È necessario rivedere criticamente il fatto che, al termine dell'avanzamento del ginocchio, la posizione dello stesso non mostri differenze evidenti tra le due fasi dello sprint.

L'innalzamento del ginocchio si ripercuote direttamente sulle condizioni di lavoro della muscolatura coinvolta e sulle forze di reazione dell'arto di appoggio. Un ginocchio alto allunga la muscolatura posteriore della coscia e del gluteo ai fini della successiva distensione dell'anca nella griffata. Inoltre, il brusco rallentamento del movimento della coscia a ginocchio sollevato al massimo trasmette l'impulso a tutto il corpo, favorendo l'estensione in fase di stacco, poiché il momento di massimo innalzamento del ginocchio coincide con la fase di stacco dell'arto controlaterale. In tal

senso bisognerebbe ricercare un maggiore innalzamento del ginocchio in conclusione dello slancio, in particolare nella fase di massima velocità.

### Frequenza di campionamento

La velocità e l'ampiezza del passo maggiore negli uomini rispetto alle donne, seppure a parità di frequenza del passo, era attendibile. Tuttavia, nonostante la maggiore velocità di sprint, i soggetti di sesso maschile non hanno mostrato tempi di contatto significativamente inferiori rispetto alle donne.

I tempi differivano, infatti, in media per 0-6 millisecondi.

Una possibile spiegazione per tale differenza non significativa può essere dovuta alla frequenza di campionamento limitata a 200 fotogrammi per secondo (5 ms tra due immagini).

### Differenze nella lunghezza degli arti inferiori tra uomini e donne

La maggiore distanza orizzontale piede – corpo riscontrata al momento dell'appoggio, si spiega, oltre che con le diverse condizioni tecniche (velocità e ampiezza del passo) che caratterizzano gli uomini rispetto alle donne, anche per la maggiore lunghezza degli arti inferiori.

Esistono inoltre differenze durante la fase di contatto che, nelle donne, si concretizzano in un angolo al ginocchio più aperto in posizione di stacco per via della maggiore estensione del ginocchio durante la fase di contatto.

### Selezione del campione

Gli atleti presi a campione erano in parte atleti della selezione regionale di Amburgo. Inoltre, gran parte di loro, era semplicemente membro di un gruppo di allenamento, senza aver ottenuto prestazioni corrispondenti a quelli del livello regionale. I risultati ottenuti tramite la presente ricerca non sono pertanto fruibili per le elevate velocità di sprint degli atleti professionisti.

### Conclusione

L'ampiezza del passo e/o la sua frequenza, oltre che il tempo di contatto e/o il tempo di volo variano in funzione delle differenze di velocità dello sprint, nella fase di accelerazione di pick-up e nella fase di massima velocità. Esiste la possibilità di aumentare l'ampiezza del passo mantenendone la frequenza diminuendo il tempo di contatto del piede a terra e allungandone il tempo di volo. In questo modo, si cambia il ritmo del passo (relazione contatto a terra – tempo di volo) e si gettano le basi per la creazione di un nuovo pattern motorio. Grazie al maggiore tempo di vo-

lo, il piede può essere poggiato più vicino al corpo mantenendo il ginocchio più esteso. Il ginocchio dell'arto di slancio può essere, inoltre, flesso con maggiore intensità in fase di sostegno. Sebbene l'articolazione del ginocchio ceda fortemente durante la fase di contatto, grazie alla maggiore estensione al momento dello stacco si può misurare un angolo al ginocchio identico al precedente. Insieme a quelle già citate nell'articolo sui marcatori (si veda anche "Mit Reifensprints die Schrittfrequenz verbessern", n.d.T. *Migliorare la frequenza del passo con sprint tra copertoni*, in *leichtathletiktraining*, 5/2014), le peculiarità di cui sopra dovrebbero servire da spunto per migliorare l'allenamento della tecnica.

Un maggiore impulso di forza verticale nel momento del contatto del piede a terra rappresenta un presupposto necessario per allungare i tempi di volo: per allenarlo nel lungo periodo si possono ad esempio organizzare delle serie di corsa e salto.

**N.B.:** accelerazione di pick-up = raggiungimento della massima velocità.

*Titolo Originale: Die Kinematik des Sprintschritts*

*Da: Leichtathletiktraining 6/16*

*La bibliografia di riferimento è disponibile su richiesta scrivendo una mail a lt@philippka.de*

*Traduzione a cura di Debora De Stefani, revisione tecnica a cura di Luca Del Curto*

# S/rubriche

## FORMAZIONE CONTINUA

### Convegni, seminari, workshop

Attività svolte direttamente e in collaborazione con:



**Seminario: "Siamo nati per correre?"**  
**S. Giorgio su Legnano (MI), 6 gennaio 2019**



**Programma:**

- Allenare il mezzofondo prolungato: come, perchè, quando – **Renato Canova**
- Da giovani mezzofondisti ad assoluti: come non perderli? – **Gianni Crepaldi**
- Corsa in montagna: varie ed eventuali, così è ma solo se vi pare – **Paolo Germanetto**
- A ruota libera (risposte a domande dei tecnici) – **Antonio La Torre**

**Organizzazione:** U.S. Sangiorgese, FIDAL Comitato Regionale Lombardia, Officina Atletica

**Convegno: "La preparazione del giovane mezzofondista (resistenza, forza, tecnica)"**

**Matera, 13 gennaio 2019**



**Relatore: Pietro Endrizzi**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Basilicata

**Seminario: "Gli ostacoli del cuore"**

**Napoli, 19 gennaio 2019**

**Programma:**

- Atletica leggera e patologie cardiache benigne – **Liliana Fioretti**
- L'allenamento di resistenza negli over 50 indicazioni e controindicazioni – **Paola Brancaccio**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Campania



**Convegno tecnico al 42° cross della Valagarina**

**Nogaredo-Villa Lagarina (TN), 19-20 gennaio 2019**



**Programma:**

- Prevenzione degli infortuni e ritorno all'attività: cosa fare, cosa non fare – **Giuseppe Coratella**
- HIIT: high intensity interval training & new interval training: aspetti metodologici, similitudini e differenze, ricadute pratiche – **Antonio La Torre**
- Come e cosa fare per prevenire infortuni – Buone pratiche basate sull'evidenza – **Giuseppe Coratella**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Trentino, Atletica Quercia Rovereto

**Convegno: "Metodologie di allenamento nel mezzofondo"**  
**Palermo, 21 febbraio 2019**



**Relatori: Marcello Giaccone, Gaspere Polizzi, Maurizio Cito, Massimo Pegoretti**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Sicilia, Università degli Studi di Palermo

**Convegno tecnico: "Correre? Gesto semplice, miscela complessa..."**  
**Venaria Reale (TO), 9 marzo 2019**



**Programma:**

- Mezzofondo prolungato, cross, strada, montagna: territori di confine – **Tito Tiberti**
- Lo sviluppo neuromuscolare nelle discipline di endurance – **Claudio Pannozzo**
- Allenamento in quota: fisiologia, utilità, precauzioni, metodologia – **Renato Canova**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Piemonte

**6° convegno: "Giovani atleti, lunghe strade"**

**L'Aquila, 21 marzo 2019**



**Programma:**

- L'allenamento della forza a carico naturale nei giovani atleti - **Claudio Mazza**
- L'allenamento della forza dall'età puberale all'alta prestazione (presupposti bio-fisiologici) – **Roberto Bonomi**

**Organizzazione:** ASD Atletica L'Aquila, Università degli Studi de L'Aquila, FIDAL Comitato Regionale Abruzzo

**Seminario: "Non abbassare l'asticella – Il talento sportivo, ricerca, abbandono, mantenimento"**

**Faenza (RA), 29 marzo 2019**

**Relatori: Elio Locatelli, Francesca Vitali, Matteo Bonato, Francesco Di Stefano, Antonio La Torre, Walter Bolognani**



**Organizzazione:** Faenza Sport, FIDAL Comitato Regionale Emilia Romagna

**Convegno: "I lanci – Aspetti metodologici dell'allenamento giovanile"**  
**Bari, 31 marzo 2019**



**Programma:**

- Aspetti metodologici dell'allenamento del giovane giavellottista – **Claudia Coslovich**
- Il lancio del martello, i 13 punti chiave: da 13 domande, 13 semplici risposte di Youri Sedykh – **Nicola Vizzoni**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Puglia

**Convegno: “Sviluppo dell’ambidestris-  
mo nei giovani in funzione dei 400hs”**  
Bari, 6-7 aprile 2019



**Relatore: Fabrizio Mori**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Puglia

**Seminario: “La velocità nei concorsi:  
importanza degli ultimi appoggi per  
una corretta impostazione del gesto finale”**

Roma, 6 aprile 2019



**Programma:**

- Principi teorici generali comuni a salti e lanci – **Claudio Mazzaufò**
- Principi biomeccanici del penultimo e

- ultimo appoggio nei salti in estensione – **Andrea Matarazzo**
- Principi biomeccanici del passaggio ciclico-aciclico nel lancio del giavellotto – **Francesco Pignata**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Lazio

**Seminario: “Lo sviluppo e la gestione del talento. Metodi a confronto fra sport e impresa”**  
Monza, 13 aprile 2019

**Relatori: Stefano Baldini, Francesco Queirolo, Giovanni Esposito, Filip Motersk, Alessio Lilli, Andrea Basadonne**

**Organizzazione:** FIDAL Comitato Regionale Lombardia, Smart Atletica



## La prova multipla: un percorso di sviluppo verso l'eccellenza sportiva

Graziano Camellini

(Articolo rielaborato dalla rivista *Universo Atletica dell'ASSITAL* n. 61/2018)

**«Siamo noi a dare “VALORE” ad alcuni fondamenti che caratterizzano il “NOSTRO” modo di allenare, di “GUARDARE ed ACCOMPAGNARE” i ragazzi verso l'atletica vera. Questo può servire soprattutto a caratterizzare l'ambiente e distinguerlo dagli altri habitat sociali».**

(Fulvio Maleville)

### Introduzione

L'immaginario collettivo ha sempre preferito presentare gli atleti che si dedicano alle prove multiple (decathlon – eptathlon) come atleti capaci sicuramente di esprimersi in tutte le specialità ma incapaci di eccellere in qualcuna di queste. Ma qualcosa è cambiato. Quando si vedono, atleti capaci di prestazioni di assoluto rilievo sui 100m piani o nei 100m ad ostacoli alle 9.30 della mattina e che rimangono in campo per due giorni consecutivi, con l'obiettivo di completare la loro gara, cercando di esprimere il meglio del proprio potenziale tecnico-sportivo, occorre ripensare alle caratteristiche di questi atleti/e e alle loro capacità di resistenza e di velocità. Ma soprattutto, occorre valorizzare enormemente la condizione fisica, abbinata ad una componente tecnica notevole. Tutto in questi atleti viene sviluppato al servizio della coordinazione. Sul piano fisico, si cerca l'equilibrio tra il mantenimento di una elevata capacità esplosiva, pur mantenendo quella caratteristica di potenza necessaria alle specifiche specialità. Vi è un'immagine che riassume le caratteristiche del decatleta e dell'eptatleta: quella di un esercizio di giocoleria dove diversi piatti posti in cime ad altrettanti bastoni vengono fatti roteare per far sì che rimangano in equilibrio. Ora ruotano tutti in perfetto equilibrio, e se uno solo si ferma, cade. Questi piatti, nel nostro contesto rappresentano la tecnica. Il decatleta e l'eptatleta devono avere tra



le loro disponibilità più piatti possibili, in continua rotazione davanti a loro. La gara di decathlon e di eptathlon non è solo una lotta col tempo, ma una sfida continua con se stessi, in un contesto dove l'avversario è colui che ti trasmette l'energia per andare fino in fondo a due giornate di gara interminabili.

### Percorso di sviluppo

La preparazione dell'allenamento, per l'atleta delle prove multiple, si inserisce in un piano di sviluppo a lungo termine, studiato e messo a punto dall'allenatore e da tutti coloro che ne contribuiscono alla costruzione e alla realizzazione. Il passaggio dai contenuti della formazione motoria verso l'allenamento sportivo sarà fondamentalmente basato sulla capacità del tecnico di saper miscelare in modo corretto i mezzi per lo sviluppo di ciascuna qualità fisica per poter realizzare sia i miglioramenti di carattere generale sia di tipo specifico e di conseguenza i più attinenti alla prestazione. Questo documento ha come obiettivo, valorizzare all'interno di un percorso a medio e lungo termine, le componenti, le finalità, i mezzi e il metodo di sviluppo dell'allenamento cercando di dare delle risposte ad alcune domande che caratterizzano la programmazione di tutte le componenti interne ed esterne della specialità, dal suo sviluppo nelle categorie giovanili, alla specializzazione nella prova multipla.

Quale esercizio, in quale forma, in quale densità ed in quali momenti è didatticamente efficace?

Come sviluppare le componenti coordinative e condizionali nella prova multipla nelle categorie giovanili?

Quando iniziare un lavoro specifico per la prova multipla? (Successione delle prove, recupero tra le prove, inizio dei lavori di forza).

Come ottimizzare il tempo di lavoro in modo trasversale, come far prendere coscienza, fin dall'inizio, delle differenze fondamentali che esistono tra ogni prova? Come affrontare le prove multiple quando un giovane atleta può dedicare solo due allenamenti per settimana?

## La costruzione a lungo termine

L'approccio all'atletica leggera, in un mondo tecnicizzato dove la possibilità di giocare è alquanto limitata, dove i giochi di movimento uniti ad esperienze motorie di vario genere sono praticamente scomparse, dove l'attività motoria scolastica non è più sufficiente a formare una ampia base motoria, l'attività di sviluppo per i più giovani deve focalizzarsi su proposte ad ampio respiro coinvolgenti, divertenti e adeguate all'età.

Il concetto è ben conosciuto, là dove la base delle conoscenze è molto ampia il giovane avrà la possibilità di realizzarsi in molti campi, anche professionali (in futuro). In questo contesto va inserito anche lo sviluppo dell'attività motoria.

Diventa necessario di conseguenza, migliorare le nostre competenze, sviluppare una attività didattica equilibrata, progressiva, adeguata alle esigenze di ognuno, una attività che focalizzi l'apprendimento degli schemi motori e che allo stesso tempo sia accessibile, motivante e formativa in quanto l'effetto del non "saper fare" demotiva e certifica il fallimento del Nostro operare.

Nell'ambito della crescita motoria e del lavoro finalizzato ad essa, l'allenatore dovrà proporre, in base all'età dell'atleta, un percorso di avvicinamento al gesto che sia *polivalente, multilaterale e multi disciplinare* come metodo funzionale ad un monitoraggio costante della finalità ultima, sia essa, singola proposta, esercitazione o esperienza motoria, inizialmente è necessaria quindi un'attività di base che ponga in primo piano l'acquisizione di un voluminoso repertorio di movimenti finalizzati ad una formazione *polivalente e multilaterale*. La ricchezza di esperienze motorie, infatti, non ha un ruolo fondamentale soltanto nella formazione di nuove abilità tecniche, ma anche nel loro perfezionamento. Apprendere nuove abilità e modificare quelle già conosciute, impegna i meccanismi percettivi, cognitivi e motori, potenziando in particolare i processi di selezione ed elaborazione delle informazioni.

*"Ogni movimento, per nuovo che possa essere, si basa in parte su antichi processi di coordinazione già elaborati in precedenza, che insieme con le nuove componenti dei movimenti da apprendere stabiliscono una nuova correlazione specifica e formano la nuova abilità motoria. Quanto più raffinato, preciso e multiforme è stato il lavoro dell'apparato motorio, tanto maggiore di conseguenza è la riserva di collegamenti di riflessi condizionati, tanto più l'atleta assimila abilità di movimento, tanto più egli si appropria di nuove forme di movimento ed è in condizione di adattare quelle già in suo possesso alle condizioni di attività che possono mutare, e quindi tanto maggiore è la sua destrezza. Pertanto, i rapporti fra*

*destrezza ed esperienza di movimento debbono essere considerati in modo assolutamente reciproco. Una destrezza ben sviluppata influenza a sua volta lo sviluppo delle abilità motorie, accorciandone sensibilmente il tempo di perfezionamento."*

[Dr Dietrich Harre]

Qualunque siano le categorie interessate, dalla categoria dei più giovani e salendo, fino alla categoria cadetti-allievi, l'attività di indirizzo dovrà far scoprire tutte le forme delle corse, dei salti e dei lanci per far sì che ogni giovane atleta possa diventare il più coordinato possibile e capace inoltre, di supportare gradualmente carichi di lavoro sempre più impegnativi. Tutto questo senza danneggiare la qualità degli esercizi là dove, a poco a poco, i giovani costruiranno nuove tecniche e intuitivamente, in modo non consapevole, delle relazioni tra le diverse specialità per essere, nell'espressione del gesto tecnico, i più efficaci ed economici possibile. Quello che si chiede di fare per queste categorie non ha in realtà nulla di specifico per la prova multipla, poiché l'obiettivo è di formare il giovane atleta in senso lato senza lasciare nulla al caso e senza trascurare questa o quella qualità. Una progressione di sviluppo a lungo termine vuol dire ampliare il ventaglio delle abilità motorie in relazione sia alla crescita sportiva, sia a quella personale senza dimenticare i bisogni materiali, culturali, ambientali e di qualità della vita.



Chi può conoscere le motivazioni e le potenzialità degli atleti della categoria giovanile nella loro lenta ma continua crescita fisico/tecnica? Il miglior "risveglio" motorio per i giovani è scoprire una moltitudine di situazioni motorie. È stato dimostrato come i modelli di sviluppo sportivo a lungo termine come il LTAD (Long-term athlete development) (Baly e coll, 2013, o il DMSP (development model of sport participation), Côté e Vierimaa, 2014) raccomandano quanto questa diversificazione sportiva permetta di allungare la carriera degli sportivi di alto livello, ed offra inoltre ad ognuno, l'opportunità di scoprire modi diversi di interpretare lo sport. La diversificazione sportiva sembra ridurre peraltro il rischio di infortuni muscolari e contribuisce allo sviluppo di una larga base motoria, favorendo le capacità di apprendimento e di adattamento. La specializzazione sportiva giovanile non è il

modo migliore per formare un giovane per il futuro in quanto potrebbe limitarne le potenzialità di sviluppo motorio, senza rivelare le potenzialità, i talenti nascosti che non si sono ancora "svegliati" o non sono ancora stati stimolati.

*"L'insegnamento di una nuova abilità motoria non deve enfatizzare l'imitazione o la RI-produzione di un dato risultato finale, ma dovrebbe focalizzarsi sul processo di transizione tra diversi modi di coordinare i movimenti per condurre gradualmente il sistema verso il risultato".*

• **Quale esercizio, in quale forma, in quale densità ed in quali momenti è didatticamente efficace?**

La plasticità e la duttilità del periodo interessato è estremamente rilevante, l'attitudine ad apprendere, modellare e ad interpretare il movimento nella sua più completa varietà favorisce una capacità di progresso nella conoscenza del movimento, facendolo proprio e padroneggiandolo in maniera unica e personale. Per questa ragione la crescita e la maturazione del giovane deve consentire un continuo arricchimento interiore e la capacità individuale di esprimere le proprie potenzialità.



*"Il processo di sviluppo della preparazione giovanile deve realizzarsi all'interno di un equilibrio tra la molteplicità delle esperienze proposte, il loro grado di difficoltà e l'approfondimento specialistico per ampliare sempre più il proprio bagaglio di conoscenze motorie e riuscire nel tempo a specializzarne i contenuti per possederne le abilità".*

(Bellotti)

Nella fascia di età tra i 15 e i 19 anni più del 50% dei giovani abbandona l'attività sportiva. Questo significa che non abbiamo saputo rispettare le loro necessità soprattutto nell'età della fanciullezza. Nell'ambito dell'attività motoria il rispetto delle esigenze del fanciullo dovrebbe favorire alcuni atteggiamenti positivi.

Il primo e credo l'essenziale, per questa giovane età viene configurato nel provare "gioia" quando partecipa ad una attività o quando viene coinvolto in attività organizzata. Il concetto di "gioia" è fondamentalmente legato al successo ed il successo è intimamente legato ad esperienze adeguate alle esigenze dell'età.

Il secondo aspetto è legato al concetto di prestazione e di rendimento. Se si pensa che l'attività sportiva, anche di alto livello non sia divertente si è fuori strada, se facciamo nostro il paradigma di Vittori *"tutto ciò che il giovane talento deve fare, il campione lo ha già fatto, e quanto il campione adulto sta facendo, il giovane lo farà più tardi"* (Carlo Vittori) non esiste nessuna contrapposizione tra divertimento-impegno e

prestazione in quanto è la prestazione che da divertimento e di conseguenza è divertente avere delle prestazioni. Se un giovane raggiunge una certa prestazione consapevole di essersi impegnato nel modo corretto, cercherà di sforzarsi e di migliorare ulteriormente. Anche questa disponibilità allo sforzo dovrà far parte del bagaglio del giovane quale elemento di motivazione al raggiungimento di un ulteriore miglioramento.

Queste esperienze volontariamente imposte tra i diversi elementi, permettono o addirittura costringono l'atleta a esplorare tutte le opportunità per coordinarle. Infatti, ogni nuova esperienza aiuta il giovane atleta a riconoscere limiti e potenzialità, gli consente di motivare il proprio percorso per migliorare le proprie prestazioni, gli fa vivere pienamente le emozioni procurate dall'attività fisica e sportiva e gli fa conoscere e capire le difficoltà implicite nell'attività (apprendimento, concentrazione, attività, impegno, ...);

• **Come sviluppare le componenti coordinative e condizionali nella prova multipla nella categorie giovanili?**

In generale lo sviluppo biologico dei presupposti coordinativi per l'esecuzione di movimenti termina tra i 12-13 anni *"la fase della migliore capacità di apprendimento motorio dei giovani e quindi anche dei principianti nell'atletica leggera è la seguente: per i ragazzi dai 10 ai 13 anni; per le ragazze dai 10 ai 12 anni"*.

(P. Tschiene)

Questa capacità di apprendimento motorio si riferisce naturalmente ad esercizi e movimenti che possono essere eseguiti a quella età. Il processo di apprendimento può essere organizzato in modo ancora più efficace se i giovani hanno avuto in precedenza esperienze motorie precise. La crescita ovviamente richiede un adattamento continuo della coordinazione motoria alle mutate proporzioni fisiche, ma il livello di sviluppo relativamente elevato delle capacità condizionali (soprattutto della forza veloce) costituisce una buona compensazione.

## L'unità dei presupposti prestativi di tipo condizionale, coordinativo e tecnico è indiscutibile

Per questo motivo, l'allenamento finalizzato al miglioramento della prestazione deve essere sempre un allenamento della tecnica, poiché l'allenamento della tecnica è sempre un allenamento finalizzato a migliorare la prestazione (Bartonietz; 2006).

Alla domanda sul "come" sviluppare in modo ottimale il livello funzionale dei giovani atleti, è possibile rispondere suggerendo alcune regole comprovate:

1. ogni età ha i suoi compiti didattici speciali e le sue specifiche particolarità legate allo sviluppo (Jürgen Weineck: "Gli stimoli del movimento o del carico di lavoro sono una

necessità fisiologica per lo sviluppo psicofisico ottimale di bambini e adolescenti. Tutti i sistemi del corpo si sviluppano in modo ottimale quando gli stimoli sono adeguati, cioè se vengono applicati abbastanza presto, al momento giusto e se sono sostenibili.”);

2. nell'infanzia l'accento viene posto sull'aspetto ludico in forma multilaterale, nell'adolescenza invece, si passa allo sviluppo della forza speciale con collegamenti di esercizi tecnico – condizionali specifici;
3. L'età più favorevole per l'apprendimento motorio deve venire utilizzato per l'insegnamento e l'acquisizione di svariate basi tecniche di esercizi dell'atletica leggera così come di altri esercizi di discipline sportive affini. Le sequenze motorie degli esercizi di allenamento, legati all'atletica leggera oppure, completamente estranei ad essa, devono essere appresi e sviluppati al fine di poter essere utilizzati in modo mirato ed efficace per il miglioramento dei presupposti prestativo-condizionali.
4. La fase prepuberale prevede soprattutto il miglioramento delle capacità coordinative e l'ampliamento del patrimonio dei movimenti, nella fase puberale, invece, l'accento viene posto sulle capacità condizionali. Costruire un buon bagaglio motorio consente in seguito di ri-organizzare il movimento e di migliorare continuamente il livello prestativo.
5. Rispettare tutti i principi dell'allenamento: stimolo allenante, individualizzazione, dosaggio e incremento del carico (frequenza, volume, intensità), alternanza del carico, rapporto tra carico e recupero.
6. La formazione tecnica dovrebbe includere il più possibile l'assimilazione degli elementi comuni delle varie tecniche dell'atletica leggera, in modo tale che gli atleti possano sentirsi sicuri in gara, richiamando così, anche ripetutamente, il loro reale potenziale fisico.

Questo presuppone a livello giovanile ed ancor di più con i principianti, un inizio non casuale ma funzionale alle loro disponibilità. In questo modo, i giovani atleti in età prepuberale possono raggiungere un livello funzionale molto più elevato ma sempre specifico allo sviluppo.

- **Quando iniziare un lavoro specifico per la prova multipla? (Successione delle prove, recupero tra le prove, inizio dei lavori di forza)**

L'apprendimento e l'allenamento esigono, anche nelle categorie giovanili un atteggiamento di continuità verso i compiti richiesti dalla specialità, questo aspetto dovrà necessariamente seguire il principio della *“specializzazione crescente al momento giusto”* (Muller 1988) questo principio evidenzia che soprattutto in un allenamento giovanile indirizzato verso l'alto livello la formazione multilaterale di base deve essere completata ed in parte sostituita al momento opportuno da contenuti di allenamento specifici dello sport praticato.

La formazione multilaterale richiede *“multilateralità dei contenuti dell'allenamento”*. Ne fanno parte i movimenti semplici fondamentali, della corsa, dei salti e dei lanci così come gli elementi fondamentali di sport diversi. In atletica legge-

ra, il movimento si sviluppa in condizioni pressoché standardizzate e relativamente indisturbate, l'attività indirizzata alle più giovani categorie si è trasformata in gran parte, in una pratica stereotipata, rigida e noiosa. *“L'azione che andiamo ad intraprendere si affida quindi ad una concezione che riconosce come primari i bisogni dell'atleta, fonda ed implica l'esigenza di educare armonicamente gli allievi utilizzando al meglio le loro capacità fisiche e motorie, migliorando nel tempo quelle di attenzione e concentrazione, sviluppando le abilità tecniche e ponendo ad obiettivo finale il raggiungimento di una buona autonomia di lavoro. L'inseguimento di questo ideale comporta l'ideazione di un'offerta formativa ampia e costruttiva, che basa la sua essenza sul trasferimento delle conoscenze e competenze dall'operatore all'atleta”.*

(Maleville F.)

La metodologia di intervento nel settore giovanile si orienta in base all'età biologica prepuberale che comprende l'età pre-scolare e la fanciullezza, (inizio della pubertà) puberale, (fase di maturazione sessuale) postpuberale (adolescenza). Nella prima fase puberale ci sono, come già detto, cambiamenti morfologici che necessitano di *“ristrutturazione delle capacità e delle abilità motorie”* (Winter 1976) e determinano momentanee difficoltà nell'acquisizione di nuove tecniche sportive. Nella seconda fase puberale riscontriamo un periodo favorevole all'apprendimento che deve essere opportunamente sfruttato. Winter, citando Blume, elenca le capacità relative all'organizzazione ed al controllo del movimento: capacità di combinazione ed accoppiamento dei movimenti, ossia il collegamento tra le abilità motorie automatizzate ed il movimento complesso globale (arti inferiori e superiori nei salti, nei lanci, nelle corse ad ostacoli, ecc.), sviluppo della lateralità, ambidestria.

Possiamo chiederci di conseguenza:

- quali sono le abilità specifiche e i contenuti associati per questa fascia di età?
- Come rendere attraenti e motivanti gli allenamenti e le successive gare?

Secondo Winter, l'età scolare rappresenta la migliore età per l'apprendimento motorio. Certamente adolescenti e bambini apprendono meglio e più rapidamente i processi motori semplici rispetto agli adulti. I criteri per determinare i periodi più favorevoli all'allenamento devono tenere in considerazione, la capacità di apprendimento, (allenabilità) la capacità di carico psicofisico, il modello specifico di prestazione, (capacità necessarie alla prestazione) e la logica della costruzione dell'allenamento, ossia i presupposti di base necessari allo sviluppo di capacità specifiche.



Esempi: un addestramento multilaterale della coordinazione rappresenta la base di un allenamento speciale della tecnica, la resistenza generale (aerobica) rappresenta la base della resistenza anaerobica lattacida, il potenziamento generale rappresenta la base della forza massimale.

Sulla base degli obiettivi di costruzione a lungo termine della prestazione, per fare in modo che lo sviluppo motorio segua l'andamento desiderato, è importante che la formazione tecnico coordinativa sia attivata nei primi anni dell'età giovanile. Rifacendosi alle esercitazioni tecniche di base devono quindi essere acquisiti e sviluppati gli elementi essenziali della tecnica delle diverse specialità: partenza dai blocchi, accelerazione e corsa lanciata, passaggio rapido degli ostacoli, corsa di resistenza, salto in lungo e in alto, lancio da fermi o in movimento. Anche la tecnica di altre discipline sportive che possono portare benefici alla prestazione, quali ad esempio il lavoro con sovraccarico o singoli elementi della ginnastica, deve essere appresa seguendo lo schema proposto in precedenza. Se nella prima età giovanile (11-14 anni) sono state appresi gli elementi base della tecnica di varie specialità e, quindi, se il patrimonio coordinativo è migliorato, all'aumentare dell'età (14-17 anni) e della specializzazione, è necessario acquisire forme affinate della tecnica del gruppo di specialità preferito, grazie alle quali sarà possibile partecipare con successo alle gare. Mentre le forme introduttive della tecnica, così come le loro progressioni didattiche, sono ancora standardizzate, la forma affinata è già decisamente adattata alle possibilità individuali del singolo atleta. *In ogni modo, è necessario considerare che singoli elementi motori possono essere acquisiti soltanto attraverso precisi presupposti coordinativi e condizionali. Per questo motivo, tecnica, coordinazione e forma fisica sono sempre correlate tra loro. Ciò significa che in seguito ad ogni variazione della condizione fisica, come ad esempio la crescita in altezza o l'aumento della forza, la tecnica deve essere adattata di conseguenza.*

- **Come ottimizzare all'interno della prova multipla il tempo di lavoro in modo trasversale, come far prendere coscienza, fin dall'inizio, delle differenze fondamentali che esistono tra ogni prova?**

L'efficacia del gesto tecnico presuppone la necessità del rispetto della componente biomeccanica specifica di ogni prova, ciò deve avvenire, considerando la morfologia dell'atleta e le sue qualità fisiche, sapendo che il lavoro fisico richiesto nella specialità della prova multipla, in tutte le sue declinazioni e per tutte le categorie è fondamentalmente a domi-



nanza forza-velocità. L'allenamento della tecnica nell'atletica leggera è nella prova multipla è mirato all'apprendimento di una certa sequenza di movimento idealizzata in grado di rappresentare una guida, alla sua automatizzazione e al suo perfezionamento.

Per far fronte alle richieste delle diverse discipline, oltre all'allenamento e al perfezionamento delle capacità condizionali e coordinative e per raggiungere prestazioni di élite, nella formazione tecnica deve essere poi disponibile una sorta di filo conduttore: *le progressioni didattiche.*

*Le progressioni didattiche sono sequenze di esercizi ordinati secondo presupposti metodologici, che hanno come obiettivo l'apprendimento di un'abilità motoria (esercizi mirati / tecnica mirata) o l'appropriarsi di un determinato grado di imprinting delle proprietà motorie richieste per raggiungere l'obiettivo finale, sono inoltre essenziali per lo sviluppo della capacità di gara e per crescere tecnicamente già dall'età evolutiva.*

Gli esercizi che compongono una progressione didattica presentano una similarità con gli esercizi di arrivo, e sono ordinati a seconda della loro funzionalità e del loro grado di difficoltà. Partendo dalle fasi principali e dalla loro realizzazione, si introducono gradualmente nelle fasi preparatorie e di passaggio (metodo di apprendimento parziale), prendendo in considerazione i principi della didattica (ad esempio "dal facile al difficile" ecc.). Con l'ausilio di una progressione didattica, l'apprendimento del gesto motorio si compone di più fasi di apprendimento e il patrimonio di esercizi si ordina da movimenti più semplici a movimenti più complessi tra loro collegati.

In questo senso, si ritrovano temi quali:

- gli appoggi (contatti);
- il ritmo (nelle corse e nelle rincorse);
- il percorso di stacco o di lancio (angolo di stacco o di lancio);
- la dissociazioni sinistra-destra e basso-alto.

Di conseguenza, si raccomanda di insistere:

- nei lanci, sul lavoro attivo della parte bassa del corpo mentre la parte alta rimane rilassata;
- nei salti, su una buona forma della rincorsa, alla ricerca degli allineamenti specifici nelle diverse fasi di stacco;
- nelle corse, sulla cadenza e sul lavoro del piede.

Si evidenziano inoltre quali elementi della specificità:

- l'allineamento delle catene muscolari;
- la loro solidità al momento del contatto dell'appoggio a terra;
- la sincronizzazione dei movimenti e l'alternanza rilassamento/contrazione (fluidità).

All'interno della specialità del pentathlon/esathlon nelle categorie giovanili e nel decathlon ed eptathlon per la categoria allieve/i e successive, la componente tempo impone di lavorare in modo continuo e trasversale ogni specialità, senza dimenticare di concedere il dovuto spazio all'apprendimento delle specificità di ogni tecnica.

Ottimizzare il tempo, intervenendo sulle specialità in modo trasversale, non è meno importante del far prendere coscienza

za, fin dall'inizio, delle differenze fondamentali che esistono tra le prove. Il passo che ne consegue, partendo dagli elementi tecnici, è indirizzato verso la capacità di valorizzare le specificità tecniche che saranno adattate ad ogni individuo. Il lavoro di concatenazione delle prove andrà a valorizzare le potenzialità dell'atleta che avrà modo di mettere in pratica la sua capacità di adattamento finalizzando in modo efficace ed adeguato la componente tecnica; concatenazioni nell'ordine della competizione (elementi tecnici e ritmici differenti nelle successioni ostacoli/disco per esempio) oppure in funzione delle affinità tecniche (asta/giavellotto). La componente didattica valorizza molti metodi che possono rispettare queste intenzioni. Esempio: partire dal finale dei lanci e ripercorrere a ritroso il percorso.

• **Come affrontare le prove multiple quando un atleta può dedicare solo due allenamenti per settimana?**

*Se il giovane si allena solo due volte a settimana* (cosa che non consigliamo), la sua formazione non può che essere quella di dare continuità al precedente lavoro di costruzione per avere un buon allenamento di base, per "toccare tutto" ma allo stesso tempo, applicare i principi direttivi dell'atletica all'interno di un percorso di costruzione a lungo termine.

Per le corse si incide sulla capacità a produrre della velocità (partenza, accelerazione) ed a sviluppare e/o mantenere la velocità (atteggiamento di corsa, andature e ritmi).

Per i salti si incide sulla capacità di produrre e sviluppare velocità (rincorse), rimbalzare per staccare rapidamente (collegamento corsa-stacco) e gestire ciò che accade in aria (volo/sospensione).

Per i lanci si tende a produrre velocità (rincorsa), fissare gli appoggi al suolo (creare degli elementi di tensione negli due ultimi appoggi), e liberare rapidamente un attrezzo su una traiettoria ottimale (finale del lancio)

Dalla categoria cadetti, a seconda del numero di sessioni di allenamento settimanali, devono essere fatte diverse scelte:

Atleta che si allena due volte a settimana	
Prima settimana	
Martedì	Giovedì
Tecnica di corsa Salto in lungo Getto del peso	Tecnica ostacoli Salto con l'asta Lancio del disco
Seconda settimana	
Velocità corta Ostacoli Salto in alto	Lanci del giavellotto Salto con l'asta oppure Lancio del disco

Obiettivi generali:

- Tecnica delle specialità.
- Abitudine all'allenamento.
- Riscaldamenti generali e specifici.

*Se il giovane si allena tre volte alla settimana e vuole iniziare il percorso di specializzazione verso le prove multiple, deve iniziare a dare una continuità all'allenamento che vada ad interessare tutte le specialità del decathlon.*

Obiettivi generali:

- Perfezionamento tecnico.
- Potenziamento fisico funzionale all'acquisizione delle abilità.
- Velocità e aerobico.
- Mobilità.

Non è fondamentale impostare allenamenti sulla successione delle prove.

Atleta che si allena tre volte per settimana		
Prima settimana		
Lunedì	Martedì	Mercoledì
Velocità corta Salto in lungo Getto del peso	Ostacoli Salto in alto Prep. fisica gener.	Salto con l'asta Giavellotto Aerobico
Seconda settimana		
Velocità prolung. Salto in lungo/alto Rafforzamento parte alta	Ostacoli Lancio del disco Rafforzamento generale	Salto con l'asta Giavellotto Aerobico

*Se il giovane si allena quattro volte o più per settimana e, se nel precedente anno ha sempre dato continuità al miglioramento delle proprie capacità/abilità, ai fini della progressività, possiamo considerare che un allenamento addizionale si debba sviluppare verso un salto (l'asta), o verso un lancio (disco) oppure verso il miglioramento della condizione fisica. Ottimizzando gli allenamenti, aumentando il numero delle sedute e di conseguenza la qualità dei contenuti, diamo al giovane le migliori possibilità di successo.*

Atleta che si allena da 4 a 5 volte per settimana			
Lunedì	Martedì	Mercoledì (riposo oppure)	
Velocità c. Lungo Forza sopra	Peso Alto Forza sotto	Ostacoli Disco	
Giovedì (se riposa mercoledì)		Venerdì	Sab/Dom
Asta Velocità prolungata Prep. gener.	Ostacoli Disco Asta	Giavellotto Aerobico Tenute e postura	Salite — Gara oppure riposo

Obiettivi generali:

- Inizio della programmazione dell'allenamento, inizio del lavoro di forza;
- Velocità, aerobico ma anche velocità prolungata con e senza ostacoli;
- lavori sulla successione delle gare, lavoro sui punti deboli all'inizio stagione e dei punti di forza all'avvicinarsi delle competizioni.

## Continuità ed equilibrio

Il passaggio dalla categoria cadetti/e alla categoria allievi/e diventa il momento di inizio della modalità di intervento nella prova multipla. Ciò significa che si inizieranno ad affrontare i problemi dell'ordine delle gare, la gestione del recupero tra le gare, l'utilizzo della tabella di punteggio in funzione del risultato gara, l'inizio del lavoro di forza.

Nella organizzazione dell'allenamento della prova multipla la differenza, in relazione alle altre specialità, risiede nel tempo concesso a preparare l'insieme degli aspetti della competizione. Come per tutte le specialità dell'atletica leggera è la ricerca dell'efficacia che, in questo singolare contesto (decathlon, eptathlon) deve guidare gli obiettivi della preparazione.

Tutte le specialità della prova multipla hanno la stessa importanza (anche quelle prove che vengono definite chiave) ma un atleta che in giovane età non avrà dedicato tempo al salto con l'asta e alle sue esercitazioni, potrebbe avere in seguito grandi difficoltà. Cosa dire degli ostacoli che richiedono una coordinazione particolare o del lancio del disco, specialità nella quale si raggiungono con difficoltà misure di rilievo.

Nella prova multipla è indispensabile avere una buona base di corsa (4 corse su 10 prove nel decathlon, più tutte le rincorse) così come è necessaria una grande capacità di gestire ritmi diversi (dai 100 piani ai 1500 metri passando dagli ostacoli e da tutte le rincorse dei salti e dei lanci). Il rispetto del principio della regolarità e dello stimolo continuo, deve essere uno degli obiettivi per favorire la partecipazione e permettere successivamente di poter accedere ad un livello più elevato delle abilità e delle abitudini.

### • Alcune idee da approfondire con i giovani:

- I giovani possono avere progressi in tutte le corse partendo da un lavoro regolare sugli ostacoli, non sempre accade con un percorso inverso!!
- La progressione nei lanci è certamente proporzionale al numero di lanci effettuati, non è forse possibile la stessa considerazione per i salti?
- La ripetizione delle andature atletiche eseguite in modo corretto nel riscaldamento deve essere una precedenza per "l'educazione atletica". Il lavoro del piede, la dissociazione, la velocità e lo stesso lavoro aerobico, per quanto incida sul ritmo di esecuzione, sul numero delle ripetizioni e sui tempi di recupero, devono diventare una parte importante della seduta.

*Devi essere forte pur essendo esplosivo, veloce e resistente. Ma a volte cercare di associare una qualità e il suo contrario può essere frustrante. Dobbiamo dimenticare la ricerca della perfezione, perché non esiste in dieci specialità. Dobbiamo essere soddisfatti di una forma di "perfezione globale".*

(D. Thompson)

## Bibliografia

- Aefa n° 158: Technique épreuves combinées
- Aefa n° 206: Les épreuves combinées
- Atletica Studi 1-2 2013: Da Leichtathletiktraining 2+3/2012 Titolo originale: "Methodische Reihe – alter Hut oder noch immer zeitgemäß?" Frank Lehmann. Traduzione a cura di Debora De Stefani
- Avogaro Renzo: La coordinazione motoria nelle prove multiple
- Dietrich Martin, Klaus Carl, Klaus Lehnertz: Manuale dell'allenamento sportivo. Società Stampa Sportiva.
- Eli Sunquist: Keys to Training the High School Decathlete and Heptathlete
- Fulvio Maleville: Comunicazioni personali
- Reinhardt Winter "Formazione dei presupposti tecnico organizzativi della prestazione sportiva in età giovanile"
- Jurgen Weineck; L'allenamento Ottimale (calzetti e Mariucci)

*Questo elaborato nasce dal dibattito emerso durante il Corso Nazionale Allenatori, organizzato dal Centro Studi FIDAL e svoltosi a Clès e successivamente a Formia nei mesi di luglio e settembre del 2018.*

*L'autore ringrazia tutti i tecnici per l'interesse dimostrato, cercando con questa analisi di dare una risposta alle tante domande poste, per valorizzare con questo documento il loro prezioso contributo.*

## Dalla letteratura internazionale Sintesi di articoli scientifici

### E' NECESSARIA LA SUPPLEMENTAZIONE DI SODIO PER EVITARE LA DEIDRATAZIONE DURANTE ESERCIZIO PROLUNGATO CON IL CALDO?

*(Is sodium supplementation necessary to avoid dehydration during prolonged exercise in the heat?)*

Hoffman M.D. e Stuempfle K.J.

*J Strength Cond Res 30(3): 615-620; 2016*

**Abstract.** Il proposito primario di questo lavoro era quello di ottenere maggiori informazioni sulla necessità di supplementazione del sodio per mantenere un'adeguata idratazione durante esercizio prolungato in condizioni calde. Ai partecipanti di un'ultramaratona di 161km (temperatura ambientale di 39°) è stato misurato il peso corporeo immediatamente prima, durante e dopo la corsa ed hanno eseguito un questionario post-gara riguardante la supplementazione di sodio utilizzata e le strategie di bevuta durante 4 segmenti di gara. Il questionario post-gara è stato eseguito da 233 atleti (78.7%) che hanno portato a termine la gara. È stata riscontrata una relazione diretta significativa per la percentuale di cambio di peso durante la gara con il tasso di immissione ( $r=0.18$ ,  $p=0.0058$ ) ed il totale ( $r=0.24$ ,  $p=0.0002$ ) di sodio in supplementi. Comparando coloro che non hanno utilizzato supplementi di sodio durante la gara ( $n=15$ ) a coloro che ne hanno fatto uso in ogni segmento di gara ( $n=138$ ), il cambio di peso corporeo durante la corsa ha mostrato effetti significativi tra i gruppi ( $p=0.022$ ), course location ( $p<0.0001$ ) ed interazione di effetti ( $p=0.0098$ ). Il post-test ha rivelato una maggior perdita di peso a 90Km ( $p=0.016$ ,  $-3.2\pm 1.6\%$  vs  $-2.2\pm 1.5\%$ ) e la fine ( $p=0.014$ ,  $-3.2\pm 1.5\%$  vs  $-1.9\pm 1.9\%$ ) per chi non ha utilizzato supplementi di sodio rispetto a chi ne ha fatto uso in ogni segmento. 6 corridori che non hanno utilizzato supplementi di sodio, hanno bevuto per sete e solo acqua o una mistura per lo più acquosa mista ad elettroliti hanno terminato con un cambio di peso di -3.4%. Sebbene l'uso di supplementi di sodio ha aumentato il mantenimento del peso corporeo, chi non ha utilizzato supplementi di sodio ha mantenuto un più appropriato peso rispetto a chi ha utilizzato supplementi regolarmente. Quindi, abbiamo concluso che i supplementi di sodio non sono necessari per mantenere un'adeguata idratazione durante esercizio prolungato al caldo.

**Parole-chiave:** medicina dello sport / tecnica e didattica delle specialità /running

### I PODISTI PIÙ ANZIANI MANTENGONO UNA ECONOMIA DI CORSA GIOVANILE NONOSTANTE LE DIFFERENZE BIOMECCANICHE

*(Older runners retain youthful running economy despite biomechanical differences)*

Beck O.N., Kipp S., Roby J.M., Grabowski A.M., Kram R. e Ortega J.D.

*Med. Sci. Sports Exerc. 48(4); 697-704; 2016*

**Abstract.** SCOPO: I 65enni iniziano a mostrare una diminuzione nell'economia del cammino. Tuttavia, l'economia di corsa non è stata ancora valutata nei soggetti di 65 anni. Inoltre, una determinante critica dell'economia di corsa è l'immagazzinamento ed il ritorno elastico dell'energia da parte della gamba durante l'appoggio, che è relazionata con la stiffness della gamba. Perciò, abbiamo indagato come i corridori anziani di 65 anni mantengano un'economia di corsa di atleti più giovani e/o la stiffness della gamba a diverse velocità di corsa. METODI: 15 giovani e 15 anziani corridori hanno corso su un treadmill strumentato con pedane di forza a 2.01, 2.46 e 2.91 m·s<sup>-1</sup>. Abbiamo misurato il loro tasso di consumo di energia metabolica (es. potenza metabolica), le forze di reazione a terra, e la cinematica del passo. RISULTATI: Sono state riscontrate solo piccole differenze nell'economia di corsa tra giovani ed anziani tra le varie velocità. Statisticamente, gli anziani hanno consumato tra il 2 ed il 9% in meno di energia metabolica tra le velocità ( $P=0.012$ ). Inoltre, la stiffness degli anziani era del 10-20% in meno rispetto ai giovani tra le velocità ( $P=0.002$ ), e in contrasto con i giovani, la stiffness negli anziani diminuiva al diminuire della velocità ( $P<0.001$ ). CONCLUSIONI: I corridori di 65 anni mantengono un'economia di corsa come i giovani a discapito di differenze biomeccaniche. Potrebbe essere che l'esercizio vigoroso, come la corsa, prevenga il deterioramento dell'efficacia muscolare e, oltretutto, possa rendere più facili le attività giornaliere.

**Parole-chiave:** attività amatoriale e sport per tutti / biomeccanica ed allenamento / running

### MASSIMIZZARE LA PRESTAZIONE: FEEDBACK AUMENTATO, FOCUS O ATTENZIONE, E/O RICOMPENSA?

*(Maximizing performance: augmented feedback, focus of attention, and/or reward?)*

Wälchli M., Ruffieux J., Bourquin Y., Keller M. e Taube W.  
*Med. Sci. Sports Exerc. 48(4); 714-719; 2016*

**Abstract.** SCOPO: Sono stati mostrati differenti approcci, come l'aumento di feedback (aF), l'aumento dell'attenzione su focus esterno (EF), o premio monetario (RE), per aumentare la performance motoria istantaneamente. Però, questi approcci sono stati testati singolarmente in studi separati o direttamente l'uno opposto all'altro. Infatti, non c'è nessuno studio che combini aF, EF e/o RE per testare i benefici addizionali provocati. Lo scopo di questo studio era quello di provare ad identificare la miglior combinazione. METODI: 8 partecipanti hanno eseguito un salto con contromovimento massimale in 6 differenti condizioni: neutra (NE), aF, RE, aF+EF, aF+RE e aF+EF+RE. RISULTATI: I partecipanti hanno eseguito un salto più elevato con aF+EF, seguito da aF+EF+RE, aF+RE, aF, RE ed infine NE. L'attività del muscolo rettofemorale ha mostrato differenze significative nell'attività di accorciamento muscolare tra le condizioni in aF+EF e aF+EF+RE rispetto a NE. Tutti gli altri parametri, come le forze di reazione a terra, gli angoli articolari, sono comparabili tra le condizioni. CONCLUSIONI: Questo è il primo studio che mostra una performance migliorata utilizzando la combinazione aF+EF. Una riduzione

di attività muscolare è stata riscontrata solo nella condizione EF, che è in linea con l'ipotesi del movimento limitato in cui utilizzando EF migliora l'efficienza del movimento. Al contrario, aF sembrerebbe migliore della motivazione (intrinseca). Comunque, il premio monetario non amplifica la performance.

**Parole-chiave:** *psicologia dello sport / attenzione / prestazione*

#### **DIFFERENZE NELLA FORZA TRA SESSI E SUPPORTO DI POTENZA ALLA PROGRAMMAZIONE DELL'ALLENAMENTO CON L'USO DELL'APPROCCIO 'MIXED-MODEL'**

*(Sex differences in strength and power support the use of a mixed-model approach to resistance training programming)*

**Mata J.D., Jagim A.R. e Jones M.T.**

*Strength and Cond. J. 38(2): 2-7; 2016*

**Abstract.** La potenza è incrementata attraverso l'aumento della velocità o della forza ed è correlata con il successo atletico negli uomini e nelle donne in tutti gli sport e ad ogni livello competitivo. La forza massima contribuisce in maniera maggiore all'output di potenza rispetto alla velocità. Tuttavia, le donne producono minor forza e maggiori velocità rispetto agli uomini se comparati ad intensità relative simili. Perciò, un approccio di programmazione dell'allenamento con modello misto (MMTA) che enfatizzi la produzione di forza potrebbe portare benefici alle donne. Attraverso l'implementazione di esercizi specifici a carico ottimale, un MMTA potrebbe aumentare la potenza la potenza ed il successo atletico. Lo scopo di questo studio è di (a) esaminare le differenze di genere nella potenza e (b) determinare l'efficacia del MMTA nella programmazione.

**Parole-chiave:** *sviluppo della forza / velocità / allenamento con sovraccarichi / differenze di genere*

#### **EFFETTI DELL'ESECUZIONE DI ALLENAMENTO SIMULTANEO DI RESISTENZA E DI FORZA O PLIOMETRICO SULL'ECONOMIA DELLA CORSA E SULLA PRESTAZIONE**

*(Effects of performing endurance and strength or plyometric training concurrently on running economy and performance)*

**Lum D.**

*Strength and Cond. J., 38(3): 26-35; 2016*

**Abstract.** Sia l'allenamento di forza che pliometrico hanno mostrato benefici nella performance di corsa d'endurance. Uno dei benefici che questi metodi aiutano a migliorare è l'economia di corsa attraverso il miglioramento degli adattamenti neuromuscolari. Tuttavia, ci sono studi che evidenziano un'interferenza di effetti tra gli allenamenti con sovraccarichi e la corsa d'endurance. Lo scopo di questo articolo è di chiarificare i benefici degli allenamenti di forza e pliometrici per un atleta d'endurance e fornire ad allenatori ed atle-

ti informazioni al riguardo di allenamenti con sovraccarichi di resistenza e forza o pliometria.

**Parole-chiave:** *biologia ed allenamento / forza e pliometria / resistenza / sovraccarichi / economia della corsa*

#### **ANALOGIE E DIFFERENZE NEI MODELLI DI RITMO NELLE CORSE SU STRADA DI ULTRA-DISTANZE DI 161 E 100 KM.**

*(Similarities and differences in pacing patterns in a 161Km and 101Km ultra-distance road race)*

**Tan P.L.S., Tan F.H.Y e Bosch A.N.**

*J Strength Cond Res 30(8): 2145-2155; 2016*

**Abstract.** Lo scopo di questo studio era quello di stabilire e comparare il modello di passo (pacing patterns) di atleti veloci e lenti che hanno completato una ultra-maratona tropicale. I dati sono stati raccolti dall'ultra maratona di Craze eseguita il 22 ed il 21 settembre 2012 e 2013, rispettivamente. Coloro che hanno completato la 161km (N=47) e la 101km (N=120) sono stati divisi in tre categorie (gruppi A-C) sulla base del tempo d'arrivo. Di tutti, sono stati registrati 17 (161km) e 11 (101km) tempi di passaggio ed è stata calcolata la velocità media di corsa in ogni segmento di distanza. La velocità di corsa del primo segmento è stata normalizzata a 100, con conseguente aggiustamento delle successive frazioni. La velocità di corsa degli ultimi 5km è stata calcolata rispetto al passo medio di corsa per stabilire la presenza di uno sprint finale. Un profilo di passo a "campana inversa" (reverse J-shaped) è stato riscontrato in tutte le categorie di entrambe le distanze e solo il 38% degli atleti ha eseguito uno sprint finale. Nelle categorie del 101km, in comparazione con i gruppi B e C, il gruppo A ha mantenuto un passo più costante ( $p=0.013$  e  $0.001$ , rispettivamente) ed hanno completato la gara ad una percentuale significativamente più alta della velocità di partenza ( $p=0.001$  e  $0.001$ , rispettivamente). I dati descrittivi inoltre rivelano che i migliori 5 hanno messo in luce un "effetto gregge" per restare insieme ai primi corridori nella porzione iniziale di gara. Questi risultati dimostrano che per eseguire un miglior passo, gli ultra-maratoneti ricreazionali possono adottare una partenza a velocità più sostenibile, con minor numero di atleti competitivi settano obiettivi di performance realistici rispetto ai corridori competitivi con specifici obiettivi di tempo che corrono in "branco" allo stesso passo.

**Parole-chiave:** *ultra-distanze / ritmo di corsa / tattica di gara / endurance*

#### **MODALITÀ DI CONFRONTO DEL TEST "KANSAS SQUAT": PESI LIBERI VS. 'SMITH MACHINE' (CASTELLO)**

*(The Kansas squat test modality comparison: Free weights vs. Smith machine)*

**Luebbers P.E. e Fry A.C.**

*J Strength Cond Res 30(8): 2186-2193; 2016*

**Abstract.** Metodi standardizzati di test di potenza sono fondamentali nella pianificazione e nell'implementazione del-

l'allenamento per moltissimi atleti, e permettono inoltre di valutare gli adattamenti dell'allenamento. Lavori precedenti hanno dimostrato che il Kansas squat test (KST) è un test valido per la misurazione dell'indice della media e picco di potenza in comparazione al test anaerobico di Wingate su cicloergometro. Il KST è stato concepito con l'utilizzo di una macchina di Smith (SM), ma moltissimi atleti di potenza utilizzano pesi liberi durante l'allenamento. Lo scopo di questo studio era quello di determinare la fattibilità di utilizzo di pesi liberi (FW) per il KST comparandolo con la modalità SM. 23 atleti di atletica leggera (peso  $69.7 \pm 10.6$  kg; età  $20.1 \pm 1.1$  anni) hanno partecipato a questo studio. Ognuno ha completato una sessione di familiarizzazione con le modalità FW e SM prima della raccolta dati. Il 1-RM (ripetizione massima) squat in entrambe le modalità FW e SM sono stati determinati. Il coefficiente di correlazione indica una relazione significativa tra il FW KST ed il SM KST nella misurazione del picco di potenza ( $r=0.955$ ;  $p<0.01$ ) e della potenza media ( $r=0.959$ ;  $p<0.01$ ) ma non per la fatica relativa ( $r=-0.198$ ;  $p>0.05$ ) o il lattato post-test ( $r=0.109$ ;  $p>0.05$ ). I campioni accoppiati del t-test indicano che il FW KST è risultato essere significativamente molto efficace nella misurazione del picco di potenza e della potenza media ( $p \leq 0.01$ ), mentre non sono state osservate differenze per la fatica relativa o il lattato ( $p>0.05$ ). Questi dati indicano che il FW KST è una valida e flessibile alternativa al SM KST nella misurazione del picco di potenza e della potenza media.

**Parole-chiave:** allenamento della forza / sovraccarichi / metodi

### L'INCREMENTO ACUTO DELLA PRESTAZIONE DI SALTO VERTICALE DOPO SQUAT ISOMETRICI DIPENDE DALL'ANGOLO DEL GINOCCHIO E DALLA CAPACITÀ DI SALTO VERTICALE

*(Acute improvement of vertical jump performance after isometric squats depends on knee angle and vertical jumping ability)*

**Tsoukos A., Bogdanis G.C, Terzis G. e Veligekas P.**

*J Strength Cond Res 30(8): 2250-2257; 2016*

**Abstract.** Questo studio ha esaminato gli effetti acuti di uno squat massimale isometrico a due differenti angoli al ginocchio ( $90^\circ$  e  $140^\circ$ ) sulla performance del contromovimento-jump (CMJ) in atleti di potenza. 14 atleti di atletica leggera a livello nazionale di potenza hanno eseguito 3 test (2 sperimentali e 1 di controllo) in ordine randomizzato e controbalanciato a distanza di 1 settimana. La performance del salto con contromovimento è stata valutata utilizzando pedane di forza prima e 15 secondi, 3, 6, 9 e 12 minuti dopo 3 serie di 3 secondi di contrazione isometrica massimale con 1 minuto di recupero, da posizione squat con angolo al ginocchio a  $90^\circ$  o  $140^\circ$ . La performance del salto con contromovimento è migliorata rispetto a quella base solo nella condizione di  $140^\circ$  del  $3.8 \pm 1.2\%$  al 12° minuto di recupero ( $p=0.027$ ), mentre non sono risultati cambiamenti nell'altezza del salto nella condizione a  $90^\circ$ . Nella condizione di controllo, è risultata esserci un decremento della performance del CMJ nel tempo, del -

$3.6 \pm 1.2\%$  ( $p=0.049$ ) dopo 12 minuti di recupero. Per determinare i possibili effetti della performance di salto sulla performance della sequenza di CMJ, i soggetti sono stati divisi in 2 gruppi ("saltatori elevati" e "saltatori bassi"). I valori del CMJ di base dei "saltatori elevati" e dei "saltatori bassi" ha differenza significativa (CMJ:  $45.1 \pm 2.2$  vs  $37.1 \pm 3.9$  cm, rispettivamente;  $p=0.001$ ). Il salto con contromovimento è migliorato solamente nel gruppo dei "saltatori elevati" del  $5.4 \pm 1.4\%$  ( $p=0.001$ ) e del  $7.4 \pm 1.2\%$  ( $p=0.001$ ) con angolo al ginocchio di  $90^\circ$  e  $140^\circ$ , rispettivamente. L'incremento è stato maggiore a  $140^\circ$  ( $p=0.049$ ). L'angolo al ginocchio durante squat isometrico e l'abilità di salto in alto sono determinati importanti dell'incremento di performance acuta del CMJ osservata dopo condizionamento attivo (PAP).

**Parole-chiave:** biomeccanica / salto verticale / salto con contromovimento

### LA CORSA A PIEDI NUDI RIDUCE IL COSTO DI OSSIGENO SUBMASSIMALE NELLE FONDISTE

*(Barefoot running reduces the submaximal oxygen cost in female distance runners)*

**Berrones A.J., Kurti S.P., Kilsdonk K.M., Cortez D.J., Melo F.F. e Whitehurst M.**

*J Strength Cond Res 30(8): 2348-2353; 2016*

**Abstract.** Essere un fondista competitivo è, in parte, attribuibile ad un elevato  $VO_2MAX$ . Tuttavia, l'economia di corsa (RE) è un indicatore migliore per la performance del fondista tra atleti con livelli simili di  $VO_2MAX$ . Lo scopo di questo studio era quello di esaminare l'influenza della corsa scalza (barefoot) vs calzati (indossando scarpe) sulla RE (espressa come  $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) durante tre prove di 5 minuti submassimali al 65, 75 e 85% del  $VO_2MAX$ . Altre variabili fisiologiche e percettive come lo scambio respiratorio, il lattato, la frequenza cardiaca, e la percezione dello sforzo sono state scelte come variabili dipendenti. Abbiamo registrato il  $VO_2MAX$  in 14 ricreazionalmente attive donne allenare sulle lunghe distanze (età:  $27.6 \pm 1.6$  anni; statura =  $163.3 \pm 1.7$  cm; peso =  $57.8 \pm 1.9$  kg) che erano completamente inesperte nella corsa scalza. Dopo un test iniziale, ogni soggetto è stato in condizioni random tra scalzi e con scarpe per 2 e 3 giorni. Abbiamo analizzato i dati con un'analisi della varianza di misure ripetute a 2 vie (condizionato dall'intensità). Il consumo submassimale d'ossigeno si è significativamente ridotto al 85% del  $Vo_2max$  ( $p=0.018$ ) indicando un incremento di RE, ma non durante le prove al 65 e 75% ( $p>0.05$  entrambe). Nessun'altra misura dipendente è risultata differente tra scalze e con scarpe. I nostri risultati indicano che quando si corre scalzi vi è un immediato incremento di RE ad una frazione relativamente alta del consumo d'ossigeno massimale. Per fondisti ricreazionali o competitivi, allenarsi o competere con piedi scalzi potrebbe essere una strategia per aumentare la performance di endurance.

**Parole-chiave:** massimo consumo d'ossigeno / corsa a piedi nudi / donne runner

**EFFETTI DELL'ALLENAMENTO DI FORZA SULL'ECONOMIA DI CORSA IN RUNNER DI ALTO LIVELLO: UNA RICERCA SISTEMATICA CON META-ANALISI SU PROVE CONTROLLATE**

*(Effects of strength training on running economy in highly trained runners: a systematic review with meta-analysis of controlled trials)*

**Balsalobre-Fernandez C., Santos-Concejero J. e Grivas G.V.**

*J Strength Cond Res 30(8): 2361-2368; 2016*

**Abstract.** Lo scopo di questo studio era quello di eseguire una review sistematica ed una meta-analisi di prove controllate per determinare gli effetti di programmi d'allenamento di forza sull'economia di corsa (RE) di fondisti di alto-medio-livello. 4 database elettronici sono stati utilizzati nel settembre 2015 (PubMed, SPORTDiscus, MEDLINE e CINAHL) per ricercare gli articoli originali. Dopo aver raccolto 699 articoli originali, abbiamo raccolto gli studi che rispondevano ai nostri criteri: (a) i partecipanti erano corridori competitivi su medie o lunghe distanze; (b) i partecipanti avevano un  $Vo2max > 60 ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ; (c) gli studi erano stati pubblicati in

riviste con revisione paritaria; (d) gli studi hanno analizzato gli effetti di un programma d'allenamento di forza di durata maggiore alle 4 settimane; e (e) il RE era stato misurato prima e dopo l'intervento di allenamento di forza. 5 studi comprendevano tutti i criteri, per un totale di 93 soggetti competitivi in gare di corsa di media o lunga distanza. 4 di questi studi utilizzavano da basse a moderate intensità d'allenamento (40-70% della ripetizione massima), e tutti utilizzavano un volume d'allenamento da basso a medio (2-4 esercizi per gli arti inferiori, 200 saltelli in alto e 5-10 sprint) 2-3 volte a settimana per 8-12 settimane. La meta-analisi degli effetti di un programma d'allenamento di forza sulla RE in fondisti di livello alto medio ha mostrato un ampio effetto benefico (standardized mean difference [95% confidence interval] = -1.42 [-2.23 to -.060]). In conclusione, un programma di allenamento di forza includendo esercizi da bassa ad alta intensità eseguiti per 2-3 volte a settimana per 8-12 settimane sono un'appropriata strategia per incrementare la RE in corridori di medie lunghe distanze altamente allenati.

**Parole-chiave:** *allenamento di forza / economia di corsa / alta prestazione / meta-analisi*



## Rassegna bibliografica

In collaborazione con il Centro di Documentazione di Siracusa.

### BIOMECCANICA FISILOGIA ALLENAMENTO

Il primo articolo, che segnaliamo, si occupa di una pratica ormai molto diffusa nel riscaldamento, l'auto massaggio miofasciale con i rotoli di schiuma plastificata, per valutarne gli effetti sull'efficacia della corsa di resistenza. I risultati evidenziano un effetto negativo su questa tipologia di attività, mentre sembrano averne uno positivo sulle attività di tipo esplosivo. (**Giovanelli N, Vaccari F, Floreani M, Reic E.** - *Short-Term Effects of Rolling Massage on Energy Cost of Running and Power of the Lower Limbs - Effetti a breve termine del massaggio «rolling» sulla spesa energetica della corsa e della potenza degli arti inferiori - International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13, 10, 1337-1343). Un secondo studio sul riscaldamento propone un protocollo, che prevede al suo interno dei salti pliometrici, i quali dovrebbero influenzare positivamente la capacità di generare forza del quadricipite (**Mariska J, Baudin P, Ley AL, Collins DF.** - *A Warm-Up Routine That Incorporates a Plyometric Protocol Potentiates the Force-Generating Capacity of the Quadriceps Muscles - Una routine di riscaldamento, che prevede un protocollo pliometrico, potenzia la capacità di generare forza del muscolo quadricipite - The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2019, 33, 2, 380-389).

In merito all'allenamento della forza si richiama l'attenzione sulla specificità di ogni esercizio con bilanciere, attraverso uno studio, che si occupa della velocità media concentrica, in particolare si vuole determinare se gli anni di allenamento, la frequenza di allenamento, la lunghezza degli arti e la forza relativa in qualche modo influenzino questa variabile e se esista una variabilità rispetto alla percentuale utilizzata del massimale nello squat, bench press, deadlift e overhead press (**Fahs CA, Blumkaitis JC, Rossow LM.** - *Factors Related to Average Concentric Velocity of Four Barbell Exercises at Various Loads - Fattori associati alla velocità media concentrica di quattro esercizi con il bilanciere con carichi diversi - The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2019, 33,3, 597-605). Sull'allenamento della forza senza sovraccarico, un altro intervento evidenzia l'importanza dell'allenamento pliometrico su una sola gamba per migliorare la forza dei salti effettuati sia su una che su due gambe (**Bogdanis GC, Tsoukos A, Kaloheri O, Terzis G, Veligekas P, Brown LE.** - *Comparison Between Unilateral and Bilateral Plyometric Training on Single- and Double-Leg Jumping Performance and Strength - Confronto tra l'allenamento pliometrico unilaterale e bilaterale nella prestazione e forza di salto su una e due gambe - The Journal of Strength & Conditioning Research*: 2019 - 33 - 3, 633-640).

Per le gare di velocità segnaliamo uno studio sull'analisi del-

le caratteristiche del velocista puro, proprietà meccaniche e parametri funzionali, che comprova come la velocità massima sia strettamente collegata alle proprietà di forza e potenza e alla velocità di contrazione, evidenziando come questa disciplina sia estremamente complessa e come i metodi e le strategie da utilizzare debbano essere variati e differenziati. (**Loturco I, Kobal R, Kitamura K, Fernandes V, Moura N, Siqueira F, Cal Abad CC, Pereira LA.** - *Predictive factors of elite sprint performance - Fattori predittivi della prestazione di élite della gara di velocità - The Journal of Strength & Conditioning Research*: 2019, 33,4, 974-986).

Completando questa sezione, registriamo un nuovo intervento sulla questione della cooperazione tra studiosi ricercatori e allenatori, in cui viene proposto un modello in quattro fasi per cercare di colmare il gap tra i due mondi e fare in modo che la ricerca scientifica possa essere un utile supporto alla pratica sul campo. (**Ruddock AD, Craig B, Winter EM, Ranchordas M.** - *Considerations for the Scientific Support Process and Applications to Case Studies - Considerazioni per il processo di supporto scientifico e applicazione a studi di casi - International Journal of Sports Physiology and Performance* - 14,1, 134-138).

### MEDICINA DELLO SPORT

Nel quadro della valutazione funzionale si sottolinea l'importanza di effettuare un costante monitoraggio della condizione dell'atleta, soprattutto per quanto riguarda le fasi di recupero. Tali misure riguardano diversi campi, biologico, fisiologico, immunologico, ormonale, psicologico e sociale. (**Heidari J, Beckmann J, Bertollo M, Brink M.** - *Multidimensional Monitoring of Recovery Status and Implications for Performance - Monitoraggio multidimensionale dello stato di recupero e implicazioni per la prestazione - International Journal of Sports Physiology and Performance* - 14,1 2-8). Sempre all'interno della questione recupero si evidenzia l'importanza del sonno per gli atleti, identificando delle strategie comportamentali per una corretta igiene del sonno negli atleti che presentino delle anomalie. (**Kölling S, Duffield R, Erlacher D, Venter R.** - *Sleep-Related Issues for Recovery and Performance in Athletes - Questioni associate al sonno per il recupero e prestazione degli atleti - International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14,2, 144-148). Sempre sul sonno si riporta una ricerca che studia l'effetto dell'attività fisica pomeridiana sulla melatonina salivare. Nel caso un atleta presenti disturbi del sonno, una possibile metodologia risolutiva potrebbe essere rappresentata dallo svolgimento di buona parte dell'attività fisica di mattina (**Carlson LA, Pobocik KM, Lawrence MA, Brazeau DA.** - *Influence of Exercise Time of Day on Salivary Melatonin Responses - Influenza del momento del giorno in cui si effettua attività fisica sulle risposte della melatonina salivare - International Journal of Sports Physiology and Performance* - 14,3, 351-353).

## PSICOLOGIA DELLO SPORT

Nel rapporto atleta-allenatore, la rivista americana «The Sport Psychologist» propone una strategia che potrebbe migliorare la gestione del coaching e l'impegno dell'atleta: mettere per iscritto gli obiettivi insieme all'atleta. **(Weinberg R, Morrison D, Loftin M, Horn T - Writing Down Goals: Does It Actually Improve Performance? - Scrivere gli obiettivi: migliora realmente la prestazione? - The Sport Psychologist - 33,1, 35-41).** Un altro problema del coaching, che viene attenzionato, riguarda lo scarso impegno di atleti di alto livello, proponendo un modello che monitorizzi questo aspetto attraverso un miglioramento del feedback sulla pratica dell'allenamento, per permettere l'individuazione del problema e di eventuali soluzioni **(Neupert EC, Stewart T, Cotterill, Jobson SA - Training-Monitoring Engagement: An Evidence-Based Approach in Élite Sport - Impegno attraverso il monitoraggio dell'allenamento: un approccio basato su evidenze nello sport di élite - International Journal of Sports Physiology and Performance, 14,1, 99-104).**

## TECNICA E DIDATTICA

Per approfondire l'analisi della gestione della gara degli 800 può risultare interessante un articolo sulla tattica di gara e l'andatura tenuta dai migliori atleti in questo tipo di competizione dal 2010 al 2016. L'analisi delle migliori prestazioni negli 800 ha rivelato una diversa condotta di gara tra uomini e donne. **(Filipas L, Nerli Ballati E, Bonato M. La Torre A. - Élite Male and Female 800-m Runners' Display of Different Pacing Strategies During Season-Best Performances - Ottocentisti maschi e femmine mostrano differenti strategie di andatura nelle loro migliori prestazioni stagionali - International Journal of Sport Physiology and Performance, 13, 10, 1344-1348).** Ancora negli 800 si evidenzia come negli ultimi anni, a livello internazionale, gli atleti maschi abbiano dovuto mostrare una maggiore capacità di velocità rispetto al passato. The "anaerobic speed reserve" può rappresentare il punto chiave in questa disciplina. **(Sandford GN, Allen SV, Kilding AE, Ross AS - Anaerobic Speed Reserve: A Key Component of Élite Male 800-m Running - La riserva di velocità anaerobica: una componente chiave della corsa di 800m uomini di élite - International Journal of Sports Physiology and Performance - 14,4, 501-508).**

Nei salti proponiamo uno studio, che analizza i parametri dell'angolo iniziale della gamba sulla prestazione di salto orizzontale, in particolare il salto in lungo. La configurazione iniziale della gamba al contatto al suolo e le caratteristiche specifiche della generazione dell'impulso sono aspetti importanti da considerare per incrementare l'impulso lineare. **(Ramos CD, Ramey M, Wilcox RR, McNitt-Gray - Generation of Linear Impulse During the Takeoff of the Long Jump - Generazione dell'impulso lineare durante lo stacco del salto in lungo - Journal of Applied Biomechanics - 35,1, 52-60).**

## SPORT GIOVANILE

Nell'ambito giovanile un nuovo studio rinforza l'idea, secondo la quale il fatto di eccellere in giovane età non sia una prova sicura di futuro successo, quindi è importante non basare le tecniche di selezione del talento esclusivamente sui test fisici ed i risultati ottenuti all'età di 13-14 anni. **(Kearney P, Hayes P. - Excelling at youth level in competitive track and field athletics is not a prerequisite for later success - Eccellere a livello giovanile nell'atletica leggera agonistica non è un prerequisite per il successo futuro - Journal of Sport Science, 36,21, 2502-2509).**

## MANAGEMENT DELLO SPORT

Concludiamo con un intervento sulle caratteristiche del leader socialmente efficace. **(Robinson GM, Magnusen M. - The socially effective leader: exploring the relationship between athletic director political skill and coach commitment and job satisfaction - Il leader socialmente efficace: analisi del rapporto tra abilità politiche del direttore atletico, l'impegno dell'allenatore e la soddisfazione professionale - International Journal of Sports Science & Coaching, 2019, 14,2, 197-204).**



## Fisiologia dell'esercizio fisico

William J. Kraemer,  
Steven J. Fleck,  
Michael R. Deschenes



ANNO EDIZIONE: 2018  
GENERE: Libro  
CATEGORIE: Fisiologia/anatomia sportiva/biologia/biochimica  
ISBN: 9788860284525  
PAGINE: 856  
EDIZIONI: Calzetti-Mariucci Editori

Prima edizione italiana di un testo fondamentale per la fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport. L'obiettivo primario del manuale è quello di favorire la formazione dei giovani e degli operatori sull'argomento, integrando la teoria con la pratica, intesa come applicazione concreta nei diversi ambiti professionali, delle conoscenze acquisite. I tre autori, noti protagonisti a livello in-

ternazionale della fisiologia dell'esercizio fisico, offrono quanto necessario per dotarsi di una solida formazione nell'ambito della fisiologia del movimento umano; senza dare nulla per scontato, mettendo in relazione ciascun concetto con tutti gli altri a esso correlati. Un testo accademico e rigoroso nella sostanza ma colloquiale nell'esposizione, che si articola in quattro parti:

- i fondamenti della fisiologia dell'esercizio fisico;
- la fisiologia dell'esercizio nella sua relazione con i sistemi dell'organismo;
- gli aspetti connessi alla nutrizione e all'ambiente;
- l'allenamento finalizzato al benessere fisico e alla prestazione.

Ogni capitolo è arricchito da analisi tematiche dettagliate e approfondimenti sviluppati in appositi box esplicativi. La peculiare struttura del manuale, costituita da una notevole rete di nuclei conoscitivi, lo rende particolarmente indicato per studenti, allenatori, istruttori di fitness, insegnanti di educazione fisica, esperti in terapie fisiche, medici e studiosi della materia in generale

### PARTE 1 - FONDAMENTI DI FISIOLOGIA APPLICATA ALL' ATTIVITÀ FISICA

Capitolo 1 - Applicazione dei risultati delle ricerche scientifiche all'attività fisica e sportiva quotidiana  
Introduzione alla ricerca scientifica / La letteratura scientifica / Struttura di uno studio / Estrazione delle applicazioni pratiche

Capitolo 2 - Elementi essenziali di bioenergetica e vie metaboliche anaerobiche **Fonti energetiche**  
ATP: la molecola energetica / Sistema ATP-CP / Glicolisi / Interazioni tra metabolismo anaerobico e metabolismo aerobico

### Capitolo 3 - Metabolismo aerobico (ossidativo)

Metabolismo aerobico / Sistemi enzimatici aerobici / Substrati metabolici per il riposo e per l'attività fisica / Recupero metabolico dopo l'attività fisica / Misurazione della produzione di energia

### PARTE 2 - FISIOLOGIA DELL'ESERCIZIO FISICO E SISTEMI CORPOREI

#### Capitolo 4 - Apparato muscolo scheletrico

Struttura fondamentale del muscolo scheletrico / Teoria dello scorrimento dei filamenti / Propriocezione e percezione cinestetica / Capacità di sviluppo della forza / Adattamenti all'allenamento del muscolo scheletrico che migliorano la prestazione

#### Capitolo 5 - Il sistema nervoso

Funzioni del sistema nervoso / Cellule e componenti subcellulari del sistema nervoso / Organizzazione del sistema nervoso / Unità motoria / Conduzione di impulsi / Adattamenti neurali all'attività fisica / Applicazioni pratiche e il sistema nervoso

#### Capitolo 6 - Apparato cardiovascolare

Struttura, funzione e organizzazione dell'apparato cardiovascolare / Adattamenti a riposo all'allenamento della resistenza e della forza: considerandoli insieme / Cambiamenti dell'apparato cardiovascolare durante l'attività fisica

#### Capitolo 7 - Apparato respiratorio

Struttura e funzione dell'apparato respiratorio / Meccanica della ventilazione / Diffusione polmonare / Trasporto di gas nel sangue / Scambio dei gas a livello muscolare / Controllo della ventilazione / Effetti dell'attività fisica sulla ventilazione polmonare / La ventilazione è associata al metabolismo / Limiti della ventilazione

#### Capitolo 8 - Sistema endocrino

Importanza del sistema endocrino nella fisiologia dell'attività fisica / Organizzazione del sistema neuroendocrino / ghiandole endocrine e attività fisica: compiti,

regolazione, risposte e adattamenti / Impatto della competizione sulle risposte endocrine

### PARTE 3 ALIMENTAZIONE E AMBIENTE

Capitolo 9 - Supporto nutrizionale per l'attività fisica

Macronutrienti / Micronutrienti / Pasti precedenti la competizione

Capitolo 10 - Problematiche idroelettrolitiche nell'attività fisica

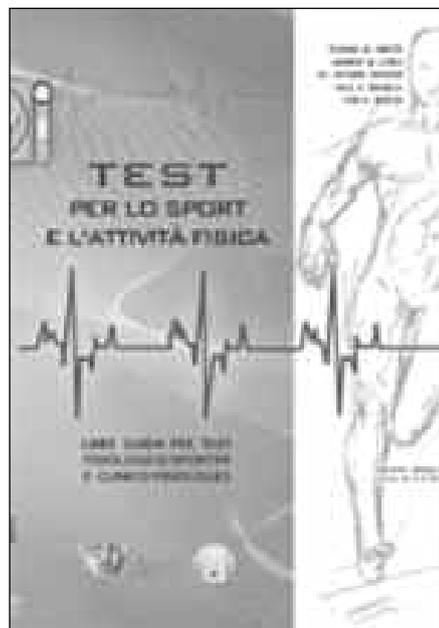
Acqua: il nutriente trascurato / Elettroliti / Fisiologia della disidratazione durante l'attività fisica / Metodi di valutazione dell'idratazione / Iponatriemia / Mantenimento dell'idratazione

Capitolo 11 - Sfide ambientali e prestazione sportiva

L'ambiente / Stress da alta quota / Stress da calore / Stress da freddo

## Test fisiologici per lo sport e l'attività fisica

British Association of Sport and Exercise



ANNO EDIZIONE: 2010

GENERE: Libro

CATEGORIE: Fisiologia/anatomia sportiva/biologia/biochimica

ISBN: 9788860281647

PAGINE: 456

EDIZIONI: Calzetti-Mariucci Editori

*Il testo contiene le linee guida della BASES (British Association of Sport and Exercise) sulla valutazione fisiologica che rappresentano un importante punto di riferimento per tutti coloro che si occupano di valutazione funzionale, in laboratorio e sul campo, sia dell'atleta e dello sportivo che di soggetti affetti da patologie cliniche. Linee guida che non costituiscono solo un elenco più o meno completo di test di valutazione (vengono comunque presentati in modo chiaro ed organico gran parte dei test più comuni utilizzati per la valutazione funzionale), ma piuttosto un vero e proprio testo scientifico, corredato da una ricca e fondamentale bibliografia, organizzato in sei parti, all'interno delle quali vengono illustrati esaurientemente i presupposti teorici e le implicazioni pratiche della valutazione funzionale.*

*Nella prima parte di queste linee guida, sono trattati i principi generali ed in particolare i concetti di salute ed di sicurezza, nonché le implicazioni etiche della valutazione funzionale.*

*Nella seconda parte vengono trattate le implicazioni metodologiche della valutazione ed in particolare le problematiche legate all'errore, alla normalizzazione delle misure ed all'effetto dei ritmi circadiani.*

*Nella terza parte si entra nel vivo delle procedure generali che vengono poi utilizzate specificamente nelle varie situazioni, ma che hanno comuni denominatori che derivano dalle conoscenze della fisiologia e della biomeccanica dell'esercizio, che assieme ai presupposti teorici descritti nelle prime due parti del testo, devono essere ben padroneggiate da chi effettua la valutazione funzionale.*

*Nella quarta parte si scende nel dettaglio delle varie discipline sportive e viene offerto un interessantissimo panorama del mondo della valutazione funzionale nel Regno Unito, dove ampi spazi vengono dedicati alla valutazione sport-specifica sul campo, e dal quale il lettore più attento potrà trovare importanti stimoli per il suo lavoro.*

*Nella quinta parte vengono affrontate le problematiche specifiche della valutazione funzionale dei bambini, degli anziani e delle donne che spesso sono ignorate e che possono dar origine a vari tipi di errore.*

*Infine nella sesta parte, che nell'edizione originale inglese è pubblicata separatamente in un secondo volume, vengono trattate le problematiche valutative per i pazienti affetti da diabete, cardiopatie, pneumopatie, disturbi circolatori, insufficienza renale e malattie neuromuscolari.*

*Edizione italiana a cura del Prof. Giulio Sergio Roi, Gruppo Medico Isokinetic Education and Research Department*

Ringraziamenti / Prefazione / Prefazione all'edizione italiana / Introduzione

### I PARTE - PRINCIPI GENERALI

Capitolo I: Salute e sicurezza

Capitolo II: Le tematiche psicologiche nella valutazione funzionale

Capitolo III: Prelievo di sangue

Capitolo IV: Etica e valutazione fisiologica

### II PARTE - ASPETTI METODOLOGICI

Capitolo V: Concordanze tra metodi ed errori di misura nella fisiologia dell'esercizio

Capitolo VI: Rappresentazione in scala: correzione delle misure fisiologiche e di prestazione per le differenze di dimensione corporea

Capitolo VII: I ritmi circadiani

### III PARTE - PROCEDURE GENERALI

Capitolo VIII: Funzionalità polmonare e dei muscoli respiratori

Capitolo IX: Antropometria di superficie

Capitolo X: Misurare la flessibilità

Capitolo XI: Scambi gassosi polmonari

Capitolo XII: Test del lattato

Capitolo XIII: Valutazione della percezione dello sforzo

Capitolo XIV: Valutazione della forza

Capitolo XV: Esercizi per la parte superiore del corpo

### IV PARTE - PROCEDURE SPORT-SPECIFICHE

Capitolo XVI: Corsa di media e di lunga distanza

Capitolo XVII: Pugilato dilettantistico

Capitolo XVIII: Ciclismo

Capitolo XIX: Pentathlon moderno

Capitolo XX: Canottaggio

Capitolo XXI: Vela

Capitolo XXII: Nuoto

Capitolo XXIII: Triathlon

Capitolo XXIV: Tennis

Capitolo XXV: Tennis tavolo

Capitolo XXVI: Squash

Capitolo XXVII: Badminton

Capitolo XXVIII: Ginnastica artistica

Capitolo XXIX: Cricket

Capitolo XXX: Pallacanestro

Capitolo XXXI: Calcio

Capitolo XXXII: Netball

Capitolo XXXIII: Rugby league

Capitolo XXXIV: Rugby union

Capitolo XXXV: Judo

Capitolo XXXVI: Sport invernali

Capitolo XXXVII: Pattinaggio di figura

### V PARTE - POPOLAZIONI SPECIALI

Capitolo XXXVIII: Valutazione della forma fisica nei bambini

Capitolo XXXIX: Valutazione degli anziani

Capitolo XL: Valutazione della donna atleta

Capitolo XLI: Valutazione di un atleta che pratica una disciplina di tipo estetico: ballerini di danza contemporanea e ballerini di danza classica

### VI PARTE - TEST CLINICO-FISIOLOGICI

Capitolo XLII: Test da sforzo per i soggetti con diabete

Capitolo XLIII: Disturbi cardiaci

Capitolo XLIV: Disturbi circolatori periferici

Capitolo XLV: Test da sforzo cardiopolmonare nei pazienti con disturbi ventilatori

Capitolo XLVI: Valutazione dell'esercizio per pazienti con insufficienza renale terminale

Capitolo XLVII: Test fisiologici per le malattie neuromuscolari

## SdS - Scuola dello Sport Rivista di Cultura Sportiva anno XXXV n. 119 Ottobre - Dicembre 2018



### Sommario

**Scuola dello Sport 2019**

**Rossana Ciuffetti**

**Sara, nostra Signora dei Miracoli**

**Michele Maffei**

**Benvenuti nel regno di Nino**

**Michele Maffei**

**Lo sport si racconta. La Federazione Italiana Scherma**

**Gianni Bondini**

**Imparare dagli errori. Apprendimento motorio, errori e correzioni (parte prima)**

**Giorgio Visintin**

**Selezione del talento nel calcio. Le convocazioni nelle Nazionali Under 16 e 19 sono indicatori di un futuro calciatore professionista?**

**Rocco Rinaldi,**

**Maria Francesca Piacentini**

**Fisiologia applicata alle performance negli sport da racchetta**

**Olivier Girard**

**Allenamento della forza non lineare nel mezzofondo. Studio di un caso nello sport agonistico**

**Melanie Schulz,**

**Monfred Dingerkus, Dirk Busch**

**Un laboratorio in tasca**

**a cura di Stefano Serranò,**

**Gaspere Pavei, Antonio La Torre**

**Dal "Festival dello sport" al sistema Italia/Europa. Riflessioni sportive ed innovative a cura di Francesco Anesi**

**La forza e la sua importanza nell'efficienza e salute dell'uomo che invecchia**

**Renato Manno**



powered by



LA PRIMA COMMUNITY DI RUNNER POWERED BY FIDAL.

A black and white photograph showing the lower legs and feet of a runner in motion, silhouetted against a bright, hazy background. The runner is wearing athletic shoes and leggings.

**CORRIAMO CON VOI**

[WWW.RUNCARD.COM](http://WWW.RUNCARD.COM)



### **Analisi biomeccanica della tecnica di sprint - Usain Bolt**

Milan Čoh

Aletica Studi n. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 3-10

Usain Bolt ha stabilito il nuovo record mondiale nei 100m, uno dei risultati più rimarcabili a livello mondiale in questo sport. I suoi fenomenali risultati sono soggetti a numerose analisi, dibattiti e discussioni ed anche a studi scientifici biomeccanici approfonditi. Sebbene questi studi siano rari, essi analizzano e spiegano i risultati di Usain Bolt indirettamente sulla base dell'approssimazione di certi modelli fisici e temporali. Lo scopo del nostro progetto di ricerca è stato quello di definire parametri biomeccanici obiettivi selezionati della tecnica di due appoggi consecutivi di sprint, usando un'analisi cinematica 2D in condizioni di raggiungimento della massima velocità.

*Parole chiave:* ANALISI BIOMECCANICA / 100M / ANALISI CINEMATICA / USAIN BOLT

### **Analisi biomeccanica della fase di stacco nel salto in lungo**

*Controllo e relazione dei principali parametri per l'ottimizzazione della performance dagli studi di laboratorio alle possibili analisi pratiche sul campo*

Enrico Lazzarin

Aletica Studi n. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 11-32

Ciò che il presente lavoro si propone, è di creare un protocollo di lavoro, per poter analizzare e condividere, tra gli allenatori dei salti in estensione, una serie di dati utili ad ottimizzare la performance dei propri atleti. Partendo da un'esperienza personale di analisi biomeccanica di tipo professionale, con l'utilizzo di strumentazioni sofisticate e economicamente costose, dove sono state analizzate le principali relazioni che incidono sulla prestazione di salto e i parametri dei potenziali miglioramenti, si è passati alle analisi, che un allenatore può svolgere durante l'allenamento o la gara, con strumentazioni di basso costo, come videocamere ad alta velocità e software gratuiti, dedicati alla videoanalisi.

*Parole chiave:* BIOMECCANICA / SALTO IN LUNGO / VALUTAZIONE TECNICA / METODOLOGIA / STRUMENTAZIONE

### **Analisi storico-statistica dei top atleti dei 110hs e 100hs**

Claudio Quagliarotti, Maria Francesca Piacentini

Aletica Studi n. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 33-42

In letteratura, la maggior parte degli articoli riguardante gli ostacoli alti (100hs e 110hs) utilizza gli strumenti della bio-

### **Biomechanical analysis of sprint technique - Usain Bolt**

Milan Čoh

Aletica Studi no. 1, January-March 2019, anno 50, pp. 3-10

Usain Bolt is one of the greatest athletes in the history of athletics. During the 12<sup>th</sup> IAAF Track and Field World Championships in Berlin in 2009 he set a new world record in 100m sprint, resulting in one of the most remarkable achievements in the world of athletics. His phenomenal results are subjected to numerous media analysis, debates, and discussions as well as some in depth scientific biomechanical studies. Though these studies are rare, they analyze and explain Usain Bolt's achievements indirectly on the basis of the approximation of certain physical and time dynamic models. The purpose of our research project was figuring out the selected objective biomechanical parameters of the technique of a double sprint step, using a 2D kinematic analysis under conditions of the realization of its maximum velocity.

*Key-words:* BIOMECHANICAL ANALYSIS / 100M / KINEMATIC ANALYSIS / USAIN BOLT

### **Biomechanical analysis of the take-off phase in long jump**

*Control and relation of the main parameters for the optimization of the performance, from laboratory studies to the possible analysis of the field practices*

Enrico Lazzarin

Aletica Studi no. 1, January-March 2019, anno 50, pp. 11-32

The aim of the present paper is of creating a work protocol, to be able to analyse and share with the coaches of horizontal jumps, a series of useful data to optimize athletes' performance. Starting from a personal experience of biomechanical analysis from a professional point of view, using sophisticated and economically expensive instrumentations, the main relations, influencing jumping performance and potential improvement, were analysed. But after all these considerations, the author has the aim of illustrating what a trainer can do during training or competition with cheap instrumentation, such as high-speed camera and free software, for videoanalyses.

*Key-words:* BIOMECHANICAL ANALYSIS / LONG JUMP / EVALUATION / METHOD / INSTRUMENTATION

### **Historical-statistical analysis of 110hs and 100hs top athletes**

Claudio Quagliarotti, Maria Francesca Piacentini

Aletica Studi no. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 33-42

In the literature, the most part of the papers concerning 100hs and 110hs uses the biomechanical data with the aim of iden-

meccanica al fine di individuare e definire gli aspetti critici della tecnica al fine di ottimizzare la prestazione sportiva. Vi è una scarsità di articoli che trattano delle possibili differenze tra i generi (e quindi anche tra le due gare e delle caratteristiche antropometriche degli atleti. In un nostro precedente lavoro avevamo raccolto ed analizzato le caratteristiche fisiche e la prestazione dei migliori ostacolisti mondiali degli ultimi 50 anni. Tra i dati rilevati vi erano la nazionalità degli atleti ed il numero di volte in cui un atleta rientrava nella top 20. Oggetto di questo articolo è l'analisi di questi dati, al fine di valutare l'evoluzione degli ostacolisti da un punto di vista nazionale-geografico, di analizzare gli aspetti in comune e le differenze che sono presenti negli atleti che per più tempo sono riusciti a mantenere un livello prestativo tale di consentire di rimanere tra i primi al mondo per un lungo periodo di tempo.

*Parole chiave:* ANALISI DELLA PRESTAZIONE / M 100HS / 110HS / ATLETA DI ELITE / NAZIONALITÀ / DIFFERENZA DI GENERE /

### **La spalla del saltatore con l'asta**

Silvia Gandini, Fabio Pilori

Atletica Studi n. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 43-51

Il salto con l'asta è una specialità che provoca intense sollecitazioni alle strutture articolari degli atleti, in particolare nella delicata fase di imbutata-stacco. In questa situazione il sistema scapolo-omerale subisce un vero e proprio shock a causa delle elevate forze in gioco generate dalla ricerca di attrezzi sempre più performanti e velocità di corsa elevate. Vengono così proposti una serie di esercizi specifici localizzati a livello della spalla, con lo scopo di migliorare non solo la capacità prestativa ma anche di prevenire problematiche di natura traumatica.

*Parole chiave:* PREVENZIONE / SALTO CON L'ASTA / ESERCIZI

### **La cinematica del passo nello sprint - Confronto della tecnica di corsa dello sprint nella fase di accelerazione di pick-up**

Stefanie Manzer, K. Holländer, Klaus Mattes

Atletica Studi n. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 52-59

Dal 2010 l'Istituto di Scienze Motorie dell'Università di Amburgo conduce analisi cinematiche dello sprint sul gruppo di atleti della selezione regionale. Grazie a questa collaborazione è nata una ricerca, il cui obiettivo è quello di descrivere e confrontare le caratteristiche cinematiche del passo rilevanti ai fini della prestazione, nella fase di massima velocità e in quella della massima accelerazione di pick-up. Nel presente contributo, il team di autori illustra i risultati della ricerca, le loro conseguenze e le relative deduzioni ai fini dell'allenamento.

*Parole chiave:* ANALISI BIOMECCANICA / CINEMATICA / METODOLOGIA / VALUTAZIONE TECNICA / GARA DI VELOCITÀ

tifying and defining the critical aspects to optimize sports performance. There is a poor number of papers, dealing with the possible differences between the two genders (and thus also between the two competitions and the consequent athletes' anthropometrical differences). In a previous work we gathered and analysed physical characteristics and performances of the best world hurdlers of the last 50 years. Among the data recorded there were nationality and number of times an athlete was listed in the top 20. The topic of this study is the analysis of these data, with the aim of evaluating hurdlers' evolution from a national-geographic point of view, and of defining common points and differences, in the athletes, who were able to keep a performance level, which permitted to him/her to remain at the world top for a long period of time.

*Key-words:* THEORETICAL MODEL / M 100HS / 110HS / ELITE ATHLETE / GENDER DIFFERENCE / GEOGRAPHIC REGION /

### **Jumper's shoulder in pole vaulting**

Silvia Gandini, Fabio Pilori

Atletica Studi no. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 43-51

Pole vault is a discipline, creating intense solicitations to athletes' joint, in particular in the delicate phase of the presentation-take-off. In this situation the rotator cuff joint suffers a real shock caused by high forces generated by the use of implements more and more performant and by the very high speed. A series of specific drills are thus proposed for the shoulder, with the aim of improving not only the performance capacity, but also of preventing problems deriving from traumas.

*Key-words:* PREVENTION / POLE VAULT / DRILL / INJURY / SHOULDER

### **Step kinematics in sprinting – Comparison of sprinting technique during pick-up acceleration phase**

Stefanie Manzer, K. Holländer, Klaus Mattes

Atletica Studi no. 1, gennaio-aprile 2019, anno 50, pp. 52-59

Since 2010 the Institute of Motor Sciences of the University of Hamburg carries out kinematic analyses of the group of sprint athletes in the regional selection. Thanks to this collaboration a research was designed, whose objective is of describing and comparing kinematic characteristics of the step for defining the performance, in the phase of the maximum speed and of maximum pick-up acceleration. In the present contribution, the team of authors illustrates the results of the research, their consequences and the relative implications for training.

*Key-words:* BIOMECHANICS / KINEMATIC ANALYSIS / METHOD / TRAINING / SPRINTING

# VIDEO DIDATTICI - DVD Atletica Studi



## **Atti del convegno:**

**Il talento: metodologia dell'allenamento e moderne tecniche di valutazione**  
**1ª Convention nazionale dei tecnici di atletica leggera**

Ancona, 18-20 gennaio 2008 (Cofanetto con 6 DVD)

**Le più recenti acquisizioni sulla metodologia e sulle tecniche di valutazione in atletica leggera**

**Contenuti tecnici e scientifici di alto livello di oltre 30 relazioni della Convention (15 ore di registrazione)**

- La capacità di carico nell'età giovanile. Principi dell'allenamento giovanile
- Identificazione e sviluppo del talento: esperienze nei giochi sportivi e nell'atletica leggera
- L'insegnamento e l'apprendimento motorio in età evolutiva
- La prevenzione delle lesioni da sovraccarico negli atleti adolescenti
- Il movimento giovanile dell'atletica internazionale
- Da Pechino a Londra: tutti i talenti d'Italia. Numeri, dati, goal e autogol, tre anni di esperienze del "Progetto Talento"
- L'evoluzione dell'allenamento nelle discipline di potenza: rapporto tra forza e velocità
- L'evoluzione dell'allenamento nelle discipline di resistenza

## UNA NOVITÀ PER I CONVEGNI: LA SESSIONE PRATICO-DIMOSTRATIVA

le problematiche della valutazione: potenza, resistenza, tecnica

Gli atti dei 3 gruppi di lavoro: potenza, resistenza, tecnica



## **Atti del convegno:**

**La tecnica: apprendimento, tecnica, biomeccanica**

**2ª Convention nazionale dei tecnici di atletica leggera**

Ancona, 26-28 marzo 2010 (Cofanetto con 6 DVD per circa 14 ore totali)

- Contenuti tecnici e scientifici di alto livello di oltre 25 relazioni della Convention
- Il video della sessione pratico-dimostrativa sul campo
- Le più recenti acquisizioni sulla metodologia dell'insegnamento della tecnica in atletica leggera
- Gli atti dei 5 gruppi di specialità

## SESSIONE SCIENZA E TECNICA

- Aspetti neuro-fisiologici nell'apprendimento della tecnica
- Relazione tra sviluppo della forza e della tecnica
- La percezione dello sforzo: una nuova strada per una tecnica più efficace?
- Lo sviluppo e l'apprendimento della tecnica

## DAL MODELLO DI PRESTAZIONE ALLA TECNICA

Aspetti metodologici dell'analisi della tecnica / L'insegnamento della tecnica: sessione pratico-dimostrativa

## SESSIONE PER GRUPPI

- **VELOCITÀ ED OSTACOLI** - Analisi tecnica della prestazione dello sprinter / La corsa in curva e la staffetta / 100hs: analisi tecnica e ritmica

- **SALTI** - La rincorsa e la preparazione dello stacco nel salto in alto / Analisi dati tecnici della finale di Pechino 2008 / Sviluppo capacità di salto nell'alto / Analisi tecnica ed esercitazione salto triplo
- **MEZZOFONDO** - L'importanza della forza speciale nella preparazione del corridore di corsa prolungata / L'utilizzo degli ostacoli nella formazione tecnica del giovane mezzofondista / L'importanza della tecnica nella preparazione del mezzofondista veloce
- **LANCI** - L'adattabilità della didattica / Elementi fondamentali della didattica del lancio del martello / Dalla forza speciale alla tecnica
- **MARCIA** - Analisi storica dell'evoluzione tecnica della marcia / Analisi tecnica del passo di marcia a diverse velocità



**Atti del convegno:**

**Dall'allenamento giovanile all'alta prestazione: metodologie a confronto**

*3ª Convention nazionale tecnici Atletica Leggera*

San Vincenzo (LI), 30-31 marzo/1 aprile 2012

La FIDAL ha riproposto la Convention per tecnici di atletica leggera, ciclo di appuntamenti biennali giunto alla terza edizione. Obiettivo di analisi le tematiche più importanti che riguardano le moderne metodologie di allenamento riguardanti una fase fondamentale e delicata nella carriera sportiva di un atleta: il passaggio dall'allenamento nelle categorie giovanili alla preparazione per le massime prestazioni.

**Atti della Convention (2 DVD)**

**SESSIONE PLENARIA**

- Gregoire Millet (SVI) - La periodizzazione dell'allenamento
- Filippo Di Mulo - Strategie di sviluppo dall'allenamento giovanile all'alta prestazione
- Vincenzino Siani - Il ruolo della nutrizione nelle moderne strategie di allenamento
- Herbert Czingon (GER) - Strategie di sviluppo dell'allenamento nelle specialità di potenza: dal giovanile all'alta prestazione
- Vincenzo Canali - La postura come prevenzione di traumi da carico iterativo e ottimizzazione del gesto tecnico
- Francesco Butteri - I massimi comuni denominatori delle tecniche dell'atletica: le fondamenta per una corretta specializzazione

**SESSIONE PER GRUPPI**

Velocità ed ostacoli: tecnica e talento / Salti: scuole a confronto. Il talento / Resistenza: metodi di allenamento e periodizzazione / Lanci: metodologia e tecnica

**Atti del convegno:**

**L'allenamento sportivo tra ricerca e sperimentazione**

*Come utilizzare la ricerca in campo pratico*

Modena, 13 dicembre 2008 (2 DVD)

- Applicazione della ricerca biomeccanica per il miglioramento della performance tecnica
- L'allenamento della forza nelle discipline di endurance
- L'allenamento degli sprint ripetuti – Come utilizzare la ricerca per sviluppare un programma di allenamento
- L'allenamento e la valutazione negli sport di squadra: cosa ci dice l'evidenza scientifica?
- Lo sviluppo delle sensazioni nel processo di allenamento – Sviluppo di un programma attraverso la

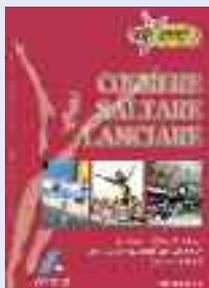
# SUPPLEMENTI di Atletica Studi

- I giovani e la scuola    GIOVANI / SCUOLA / ATLETICA – Raccolta di articoli della rivista Atletica Studi su avviamento e didattica dell'atletica leggera  
L'INSEGNAMENTO DELL'ATLETICA LEGGERA A SCUOLA  
(1° volume – le corse, gli ostacoli) di *Graziano Paissan*  
L'INSEGNAMENTO DELL'ATLETICA LEGGERA A SCUOLA  
(2° volume – i salti) di *Graziano Paissan*  
L'INSEGNAMENTO DELL'ATLETICA LEGGERA A SCUOLA  
(3° volume – i giochi dell'atletica e la staffetta) di *Graziano Paissan*  
L'INSEGNAMENTO DELL'ATLETICA LEGGERA A SCUOLA  
(4° volume – i lanci) di *Graziano Paissan*
- Allenamento e tecnica    L'ALIMENTAZIONE NEL MEZZOFONDO, NEL FONDO E NELLA MARCIA di *Enrico Arcelli e Stefano Righetti*  
MEZZI E METODI DI ALLENAMENTO DELLO SPINTER DI ELEVATO LIVELLO  
di *Filippo Di Mulo*  
LE GARE DI VELOCITÀ (La scuola italiana di velocità, 25 anni di esperienze di Carlo Vittori e collaboratori) di *Carlo Vittori*  
IL SALTO IN ALTO DALLA "A" ALLA "FOSBURY" di *Mauro Astrua*  
IL DECATHLON di *Renzo Avogaro*  
LA PROGRAMMAZIONE AGONISTICA ANNUALE DI UN GIOVANE DISCOBOLO  
di *Francesco Angius*  
L'ALLENAMENTO DEL GIOVANE CORRIDORE DAI 12 AI 19 ANNI di *Carlo Vittori*  
L'ALLENAMENTO DELLE SPECIALITÀ DI CORSA VELOCE PER GLI ATLETI D'ÉLITE  
di *Carlo Vittori*  
LA PRATICA DELL'ALLENAMENTO di *Carlo Vittori*  
L'ALLENAMENTO NELL'ATLETICA GIOVANILE - 1ª parte: le corse, i salti di *AA.VV.*  
L'ALLENAMENTO NELL'ATLETICA GIOVANILE - 2ª parte: i lanci e la marcia di *AA.VV.*
- Scienza e allenamento    LE GARE SULLE MEDIE E LUNGHE DISTANZE (La Scuola italiana di Mezzofondo, Fondo e Marcia)  
di *Enrico Arcelli e coll.*  
LA MARCIA, aspetti scientifici e tecnici di *AA.VV.*  
IL MEZZOFONDO VELOCE: dalla fisiologia all'allenamento di *Enrico Arcelli e Antonio Dotti*  
MOTOR COORDINATION IN SPORT AND EXERCISE di *AA.VV.*  
PSICOLOGIA PER L'ALLENATORE di *Alessandro Salvini, Alberto Cej, Enrico Agosti*  
LE BASI SCIENTIFICHE DELL'ALLENAMENTO IN ATLETICA LEGGERA di *R.M. Malina, I. Nicoletti, W. Starosta, Y. Verchosanskij, R. Manno, F. Merni, A. Madella, C. Mantovani*  
CRESCITA E MATURAZIONE DI BAMBINI ED ADOLESCENTI PRATICANTI ATLETICA LEGGERA -  
GROWTH AND MATURATION OF CHILD AND ADOLESCENT TRACK AND FIELD ATHLETES  
di *Robert M. Malina*  
CONTRIBUTI E PROSPETTIVE SUL TEMA DEL TALENTO IN ATLETICA LEGGERA di *AA.VV.*
- I Manuali di Atleticastudi    IL NUOVO MANUALE DELL'ISTRUTTORE DI ATLETICA LEGGERA di *AA.VV.*  
"CORRERE, SALTARE, LANCIARE" - La Guida IAAF per l'Insegnamento dell'atletica (2ª edizione)  
NUOVO MANUALE DEL DIRIGENTE DI ATLETICA LEGGERA - Il management delle società sportive  
(vol. 1) di *Guido Martinelli, Giuseppe Fischetto, Valentina Del Rosario, Giovanni Esposito*  
IL NUOVO MANUALE DELL'ISTRUTTORE DI ATLETICA LEGGERA di *AA.VV.*  
MANUALE DELL'ISTRUTTORE DI ATLETICA LEGGERA di *AA.VV.*  
IL MANUALE DELL'ALLENATORE DI ATLETICA LEGGERA  
(1° volume – Generalità, corsa, marcia) di *AA.VV.*  
IL MANUALE DELL'ALLENATORE DI ATLETICA LEGGERA  
(2° volume – Salti e prove multiple) di *AA.VV.*  
IL MANUALE DELL'ALLENATORE DI ATLETICA LEGGERA (3° volume - I lanci) di *AA.VV.*  
IL MANUALE DEL DIRIGENTE (vol. 1) di *Alberto Madella, Maurizio Marano, Roberto Ghiretti, Marcello Marchioni, Mario Repetto*  
IL MANUALE DEL DIRIGENTE (vol. 2) di *Guido Martinelli, Giuseppe Fischetto, Ugo Ranzetti*  
SUPPLEMENTI di *Atletica Studi*

## • Manuali •

### “Correre, saltare, lanciare”

La Guida ufficiale IAAF per l'insegnamento dell'atletica



### Manuale dell'allenatore di atletica leggera

Gli elementi fondamentali per l'allenamento delle specialità atletiche



### Il nuovo manuale dell'istruttore di atletica leggera

Testo base per i corsi per istruttori



## • Scienza e allenamento •

### Le basi scientifiche dell'allenamento in atletica leggera

Crescita, auxologia, fisiologia, capacità motorie, valutazione, insegnamento



### L'allenamento nell'atletica giovanile

Le basi della specializzazione in atletica



### L'insegnamento dell'atletica leggera a scuola

Per alunni dai 10 ai 14 anni - 4 volumi (corse, salti, giochi e staffetta, lanci)



### Contributi e prospettiva sul tema del talento in atletica leggera

Una raccolta di lavori sul tema del talento



## • DVD •

### “La tecnica: apprendimento, didattica, biomeccanica”

Gli atti della 2ª Convention dei tecnici (marzo 2010) in 6 DVD



### “Il talento: metodologia dell'allenamento e moderne tecniche di valutazione”

Gli atti della 1ª Convention dei tecnici (gennaio 2008) in 6 DVD



### “L'allenamento sportivo tra ricerca e sperimentazione: come utilizzare la ricerca in campo pratico”

Gli atti del Convegno di Modena (dicembre 2008) in 2 DVD



Sul sito federale, [www.fidal.it](http://www.fidal.it), è disponibile il **data-base degli articoli della rivista "Atletica Studi" pubblicati dal 1970 al 2014**. Si tratta di un servizio fornito a tutti i **tecnici tesserati**. Attraverso un sistema di ricerca per autori, argomenti o parole-chiave è possibile accedere facilmente ad oltre 1.300 articoli pubblicati in oltre 40 anni di attività editoriale: gli articoli possono essere consultati attraverso il 'download' in versione pdf - (<http://centrostudi.fidal.it/>). Gli altri utenti possono accedere attraverso il link [www.fidalservizi.it](http://www.fidalservizi.it).

## GIOVANI / SCUOLA / ATLETICA

### Raccolta di articoli di *Atletica Studi* su avviamento e didattica dell'atletica leggera

*Un testo di 544 pagine dedicato all'avviamento all'atletica*



*L'obiettivo è di mettere a disposizione quante più conoscenze possibili basate scientificamente ma anche facilmente applicabili, sostenendo tecnici, istruttori ed insegnanti in una pratica quanto più adeguata alle esigenze fisiche, motorie, psicologiche e sociali dei loro allievi.*

#### SOMMARIO

- Le basi scientifiche dell'allenamento giovanile
- Ricerche su atletica e giovani
- La metodologia per i giovani
- La didattica dell'atletica leggera:
  - resistenza
  - velocità
  - coordinazione
  - saltare
  - correre
  - lanciare

## L'ALIMENTAZIONE nel mezzofondo, nel fondo e nella marcia

*di Enrico Arcelli e Stefano Righetti*

1. Aspetti generali dell'alimentazione
2. Come alimentarsi prima della gara lunga di corsa o di marcia
3. Come alimentarsi prima delle gare lunghe
4. Come alimentarsi dopo la gara
5. Come alimentarsi prima, durante e dopo gli allenamenti
6. Il crampo muscolare
7. Esiste una dieta che riduce il rischio di infortunarsi?
8. I disturbi digestivi
9. L'anemia dell'atleta
10. Appendici (carboidrati, proteine, schede degli alimenti e dell'alimentazione sana)

