

atletica Studi

TRIMESTRALE DI RICERCA SCIENTIFICA E TECNICA APPLICATA ALL'ATLETICA LEGGERA

2019/2-3



- **Atletica leggera di alto livello e lateralità**
- **Allenare la forza nel mezzofondo**
- **Acidosi e nutrizione**
- **Analisi cinematica degli ostacoli di Sally Pearson**
- **Studio sul confronto tra principi della fisica e il salto in alto**
- **Riscaldamento e prestazioni di velocità**
- **Formazione continua**

* Convegni, seminari, workshop * Articoli tecnici: Validità e affidabilità del sensore laser del sistema BioLaserSport® per l'analisi della velocità di corsa AA.VV. / Tutti i bambini amano le gare - Lo sviluppo ludico della rapidità di Christian Gutstedt * Sintesi di articoli scientifici: Il salto in lungo da fermo con un focus attentivo esterno migliora per risultato di un più efficace angolo di proiezione / Alterare il controllo ed il regolamento del ritmo di corsa: effetti del focus attentivo durante la corsa / Biomeccanica e fisiologia della corsa in salita ed in discesa / Accuratezza del sensore inerziale PARTwear e del sistema di misurazione ottico Optojump per misurare il tempo di contatto al terreno durante la corsa / L'allenamento di interval training migliora la flessibilità cognitiva e la potenza aerobica di giovani adulti / Influenza di una partenza veloce forzata sulla prestazione di una 10km di corsa / L'assunzione di carboidrati durante la corsa di endurance migliora la prestazione? Una rassegna critica / Gli effetti dell'allenamento di forza sugli indicatori di prestazione nei runner di lunga distanza / Effetti di un breve o lungo riscaldamento sulla prestazione intermedia di corsa / Fattori psicosociali ed infortuni nello sport: meta-analisi per la predizione e la prevenzione / Core-stability negli atleti: un'analisi critica sulle linee di guida correnti / Allenamento esplosivo e allenamento con sovraccarichi sono efficaci per migliorare l'economia della corsa negli atleti di endurance: una rassegna sistematica e meta-analisi * Rassegna bibliografica



Trimestrale di ricerca scientifica e tecnica applicata all'atletica leggera Anno 50, n. 2-3, maggio-settembre 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, Luca Del Curto, Filippo Di Mulo, Antonio Dotti, Pietro Endrizzi, Giovanni Esposito, Alain Ferrand, Luciano Gigliotti, Piero Incalza, Antonio Laguardia, Antonio La Torre, Elio Locatelli, Massimo Magnani, Robert M. Malina, Renato Manno, Claudio Mantovani, Guido Martinelli, Claudio Mazzafo, Franco Merini, Ivan Nicoletti, Ida Nicolini, Graziano Paissan, Maria Francesca Piacentini, Dino Ponchio, Ugo Ranzetti, Vincenzino Siani, Nicola Silvaggi, Włodzimierz Starosta, Francesco Uguagliati, Angelo Zamperin

Fotografie

Archivio FIDAL, Giancarlo Colombo/FIDAL

Atleticastudi su Internet: www.fidal.it
e-mail: 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

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

- Tecnica e coordinazione

3

*Włodzimierz Starosta,
Urszula Włodarczyk,
Łukasz Lamcha*

**Differenziazione dei movimenti
dei due lati del corpo
in agonisti molto esperti praticanti
alcune tipologie selezionate
di discipline dell'atletica leggera**

Metodologia

- Allenamento e prestazione

9

*Melanie Schulz,
Manfred Dingerkus, Dirk Büsch*
**Allenamento non lineare
della forza nel mezzofondo**

- Fisiologia e nutrizione

20

Silvia Gandini, Giacomo Zilocchi
**Acidosi ed alterazioni
metabolico-tissutali nell'atleta**

Biomeccanica

- Studi e statistiche

31

Milan Čoh, Nejc Bončina
**Profilo biomeccanico della tecnica
di passaggio dell'ostacolo
di Sally Pearson**

Metodologia

- Tecnica e prestazione

36

Stefano Giardi

**Confronto tra il principio fisico
del rimbalzo del corpo rigido
e lo stacco del salto in alto.
Nuove tendenze
nella specialità del Fosbury
degli anni 2000**

- Velocità

58

*Michael Keiner, Andre Sander,
Andreas Schlumberger, Klaus Wirth,
Dietmar Schmidtbleicher*

**Il miglioramento
della prestazione nello sprint.
Verifica dei potenziali margini
di ottimizzazione
del riscaldamento**

Formazione continua

68

** Convegni, seminari, workshop*

** Articoli tecnici:*

Validità e affidabilità del sensore laser del sistema BioLaserSport® per l'analisi della velocità di corsa di *Amelia Ferro, Pablo Floría, Jorge Villacieros, Raquel Aguado-Gómez* / Tutti i bambini amano le gare - Lo sviluppo ludico della rapidità di *Christian Gutstedt*

* Sintesi di articoli scientifici:

Il salto in lungo da fermo con un focus attentivo esterno migliora per risultato di un più efficace angolo di proiezione / Alterare il controllo ed il regolamento del ritmo di corsa: effetti del focus attentivo durante la corsa / Biomeccanica e fisiologia della corsa in salita ed in discesa / Accuratezza del sensore inerziale PARTwear e del sistema di misurazione ottico Optojump per misurare il tempo di contatto al terreno durante la corsa / L'allenamento di interval training migliora la flessibilità cognitiva e la potenza aerobica di giovani adulti / Influenza di una partenza veloce forzata sulla prestazione di una 10km di corsa / L'assunzione di carboidrati durante la corsa di endurance migliora la prestazione? Una rassegna critica / Gli effetti dell'allenamento di forza sugli indicatori di prestazione nei runner di lunga distanza / Effetti di un breve o lungo riscaldamento sulla prestazione intermedia di corsa / Fattori psicosociali ed infortuni nello sport: meta-analisi per la predizione e la prevenzione / Core-stability negli atleti: un'analisi critica sulle linee di guida correnti / Allenamento esplosivo e allenamento con sovraccarichi sono efficaci per migliorare l'economia della corsa negli atleti di endurance: una rassegna sistematica e meta-analisi

** 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.

Differenziazione dei movimenti dei due lati del corpo in agonisti molto esperti praticanti alcune tipologie selezionate di discipline dell'atletica leggera

Włodzimierz Starosta¹, Urszula Włodarczyk², Łukasz Lamcha³

¹ Associazione Internazionale di Cinetica Sportiva. Istituto Statale di Ricerca dello Sport di Varsavia, Polonia

² Istituto Statale di Ricerca dello Sport di Varsavia, Polonia

³ Accademia di Educazione Fisica di Poznan, Facoltà di Cultura Fisica in Gorzow, Polonia



Introduzione

La ricerca condotta su atleti molto esperti praticanti atletica leggera è stata di eccezionale importanza, dato che la maggior parte delle specialità sono focalizzate sul raggiungimento del massimo risultato, usando movimenti asimmetrici. In queste discipline sportive il concorrente deve raggiungere il massimo delle proprie capacità con l'aiuto dell'arto scelto e i risultati ottenuti sono valutati in unità misurabili. La questione è stata oggetto di analisi in studi scientifici, in numerosi lavori (Ambarov, 1963, Baley et al., 1952, Dolja 1973, 1979, Drabik, 1983, Grab, 1978, Kotowski, 1978, Łomejko, 1961, Manno, 1984, Mekota, 1984; Niedzwiedz, 1980; Puni, Starosta, 1979; Starosta, 1963, 1965, 1965a, 1970, 1971, 1971a, 1972, 1973, 1983, 1984, 1985, 1986). Usando differenti metodi è stata stabilita la dominanza della gamba sinistra.

Inoltre si è giunti alla conclusione che quanto più era complesso il salto, tanto più spesso lo stacco veniva effettuato con la gamba sinistra. Ciò riguardava anche i record mondiali del salto in alto, che sono stati ottenuti la maggior parte delle volte staccando con la gamba sinistra (*tabella 1*).

OBIETTIVI

1. Determinazione della possibilità di controllare la scelta della gamba (di stacco) dominante.
2. Tentativo di determinare l'influenza della simmetrizzazione dei movimenti sui risultati sportivi nei salti.
3. Determinazione delle ragioni della scelta della gamba di at-

Anno	Record [cm]	Nome degli atleti (nazione)	Stacco con:	
			Gamba	
			Destra	Sinistra
1887	193	Peage B. (USA)		
1885	197	Sweeney M. (USA)		
1912	200	Horine G. (USA)		+
1914	201,4	Beeson E. (USA)		+
1917	203	Larson C. (USA)		
1924	203,8	Osborn H. (USA)		+
1933	204,6	Marty W. (USA)	+	
1934	206	Marty W. (USA)	+	
1936	207	Albritton D. (USA)		+
1936	207,6	Johnson C. (USA)	+	
1937	208	Walker M. (USA)		
1939	209	Walker M. (USA)		
1941	209	Stewart W. (USA)		
1941	211	Steers L. (USA)		+
1953	212	Davis W. (USA)		+
1956	215	Dumas Ch. (USA)		+
1957	216	Stiepanow J. (USSR)	+	
1960	217	Thomas J. (USA)		+
1960	218	Thomas J. (USA)		+
1960	222	Thomas J. (USA)		+
1961	223	Brumel W. (USSR)		+
1961	224	Brumel W. (USSR)		+
1961	225	Brumel W. (USSR)		+
1962	226	Brumel W. (USSR)		+
1962	227	Brumel W. (USSR)		+
1963	228	Brumel W. (USSR)		+
1970	229	Chin-Chin N. (CHINESE REP.)	+	
1971	229	Matzdorff P. (W. GERMANY)		+
1973	230	Stones D. (USA)		+
1976	231	Stones D. (USA)		+
1976	232	Stones D. (USA)		+
1977	233	Jaszczenko W. (USSR)		+
1978	234	Jaszczenko W. (USSR)		+
1980	235	Wszola J. (POLAND)	+	
1980	235	Moegenburg D. (W. GERMANY)		+
1980	236	Wessig G. (E. GERMANY)		+
1983	237	Jianhua Zhu (CHINESE REP)		+
1983	238	Jianhua Zhu (CHINESE REP)		+
1984	239	Jianhua Zhu (CHINESE REP)		+
1985	240	Powarniczn R. (USSR)		+
1985	241	Paklin J. (USSR)	+	
1987	242	Sjoeberg P. (SWEDEN)		+
1988	243	Sotomayor J. (CUBA)		+
1989	244	Sotomayor J. (CUBA)		+
1993	245	Sotomayor J. (CUBA)		+
		Totale n 21	6	15
		% 100	28,6	71,4

Tabella 1 - Gamba di stacco nel salto in alto, nei salti da record mondiale ottenuti da vari atleti negli anni dal 1887 al 1993 (n = 21).

tacco nei 400hs in base al genere e l'impatto di questa scelta sui risultati sportivi.

- Il tipo di carico su entrambi gli arti nelle esercitazioni del pentathlon e decathlon dell'atletica leggera e l'influenza dell'allenatore sulla sua differenziazione.

METODI

Il materiale è stato raccolto durante le ricerche su atleti altamente specializzati nel: salto in alto, salto in lungo e triplo, ostacoli e specialità del pentathlon e decathlon dell'atletica leggera.

In totale, sono stati studiati 447 atleti, di cui 69 (15.4%) appartenevano alla squadra nazionale Polacca junior e senior, e 181 all'élite mondiale (40.5%).

Il livello di esperienza degli atleti era vario, dai principianti ai campioni olimpici e detentori di record mondiali. Il gruppo più nutrito era rappresentato da specialisti dei 110hs (26.5%) e quello più piccolo (6.6%) da praticanti pentathlon e decathlon (14 donne e 10 uomini). La maggior parte delle persone studiate erano uomini (85.1%).

Risultati e discussione

SIMMETRIA E ASIMMETRIA DEI MOVIMENTI IN DISCIPLINE SELEZIONATE DI ATLETICA LEGGERA

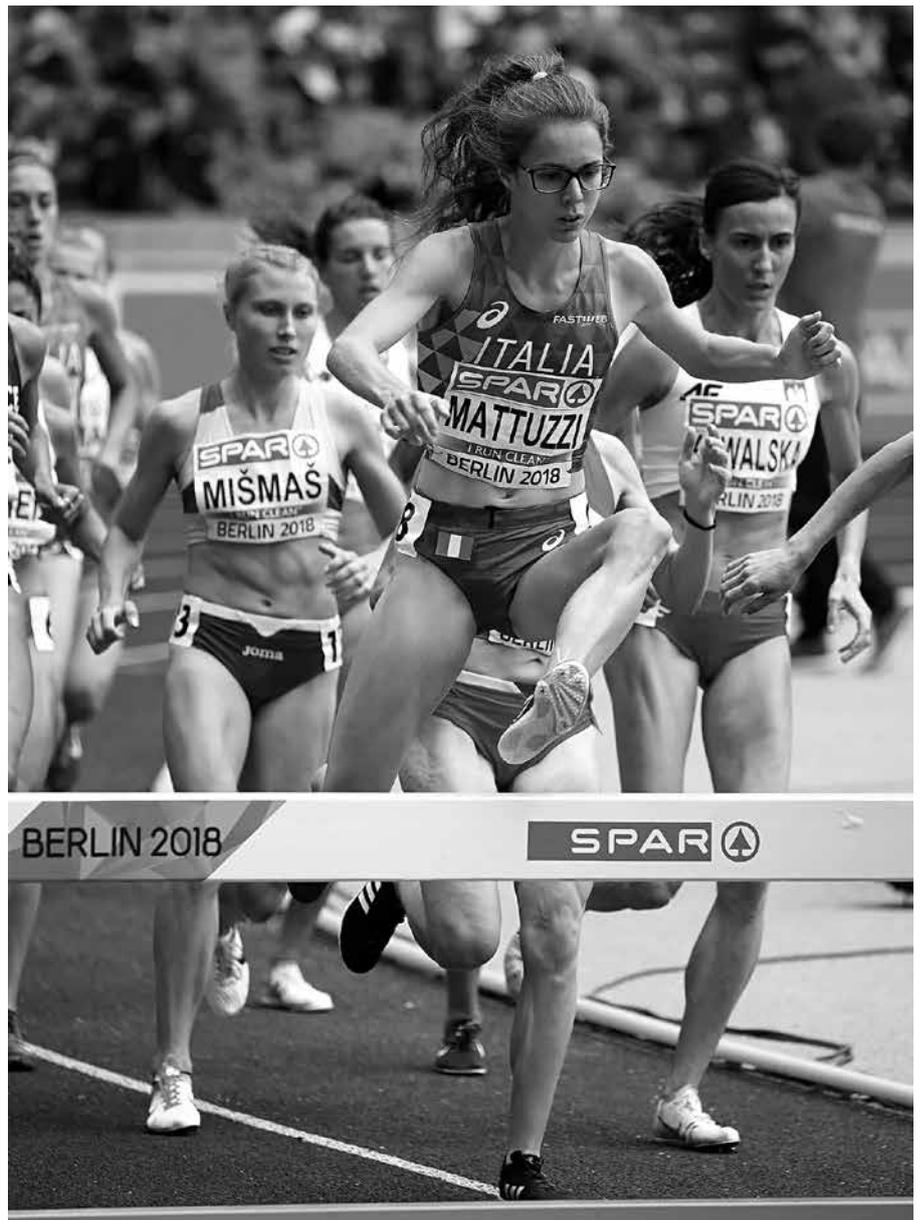
Negli studi sulla simmetria e l'asimmetria funzionale nelle esercitazioni sul campo di pentathlon e decathlon dell'atletica leggera (Niedźwiedź, 1980; Starosta, 1990), si è fatto un tentativo per dare una risposta ai seguenti interrogativi:

1. C'è un carico razionale, cioè simmetrico su entrambi gli arti?
2. L'uniformità del carico è controllato dall'allenatore in collaborazione con l'atleta?

I risultati delle analisi dei questionari riguardavano 24 persone dell'età di 21.5 (14 donne pentatlete e 10 uomini decatleti), 19 dei quali facevano parte della squadra nazionale della Polonia (la maggior parte era inserita nella prima e master classe). I risultati ottenuti riguardanti gli arti (tabella 2) hanno mostrato una certa uniformità del carico tra il lato destro e sinistro del corpo (rispettivamente 72 e 74 casi). L'analisi dettagliata, tuttavia, ha mostrato una *dominanza della mano destra nei lanci e della gamba sinistra (stacco nel salto in alto e nell'asta) nelle attività eseguite con gli arti inferiori*. Ciò può essere considerata come una varianza specifica di asimmetria incrociata.

Questa asimmetria si è manifestata nella differenziazione parziale laterale in attività eseguite in parte dall'arto superiore destro e dall'arto inferiore sinistro. *Alcuni atleti avevano una specifica distribuzione del carico per la parte destra e sinistra del corpo. Non era molto chiaro e non vi era simmetria di movimenti e non vi era neanche un carico uguale ed equilibrato su entrambi i lati del corpo.*

Le osservazioni hanno confermato questa tendenza. I risultati della ricerca eseguita con vari metodi (questionari, interviste, osservazioni) erano convergenti. *Indicavano un vantaggio deciso della gamba sinistra nelle esercitazioni, riguardanti il pentathlon e*



decatlon dell'atletica leggera. La portata di questa dominanza dipendeva dal metodo utilizzato: 70% sulla base dei questionari (donne 69%, uomini - 70%), 77% interviste (donne - 66,7%, uomini - 77,1%) e il 91% sulla base delle osservazioni delle competizioni (donne - 91.6%, uomini - 85.6%). Una dominanza più pronunciata caratterizzava le attività eseguite con la mano destra (lanci).

Negli atleti multiplisti (pentathlon

e decatlon), sia donne che uomini, c'era un'asimmetria funzionale incrociata ben precisa (mano destra - gamba sinistra).

I risultati della ricerca hanno anche mostrato una tendenza a utilizzare un carico uguale in entrambi i lati del corpo, dividendo l'esecuzione degli esercizi, alcuni dei quali erano eseguiti con la mano destra, e alcuni con la gamba sinistra. Tuttavia, questa non rappresentava la soluzione ottimale.

no	genere	atleta	Tipo di prova multipla	Kind of event– dominant leg (R – Right, L – left)												Numeri di gare con l'uso degli arti superiori e inferiori					
				Partenza bassa per un 100 m /gamba front leg/	Salto in lungo	Getto del peso	Salto in alto	Partenza bassa per i 400m to 400 m run	ostacoli/stacco/	Lancio del disco	Salto con l'asta	Giavellotto	Numero di gare con l'uso dell'arto		Arto superiore						
													R	L	R	L	R	L	R	L	
				R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L		
1.	men	R. Skowronek	Decathlon	R	R	R	R	R	R	R	L	R	8	1	3	-	5	1			
2.		R. Katus	Decathlon	L	L	R	L	L	L	R	L	R	3	6	3	-	-	6			
3.		F. Józwicki	Decathlon	L	R	R	L	L	L	R	L	R	4	5	3	-	1	5			
4.		K. Kuligowski	Decathlon	R	L	R	L	R	R	R	L	R	6	3	3	-	3	3			
5.		W. Podsiadło	Decathlon	L	L	R	L	L	L	R	L	R	3	6	3	-	-	6			
6.		A. Sieradzki	Decathlon	L	L	R	L	L	L	R	L	R	3	6	3	-	-	6			
7.		A. Bagiński	Decathlon	L	L	L	L	L	R	L	R	L	2	7	-	-	2	4			
8.		W. Jurkowski	Decathlon	L	R	R	L	L	L	R	R	R	5	4	3	-	2	4			
9.		B. Frączek	Decathlon	R	R	R	R	R	R	R	L	R	8	1	3	-	1	5			
10.		A. Krężlik	Decathlon	L	R	R	L	L	R	R	L	R	5	4	3	-	2	4			
11.	women	C. Cały	Pentathlon	-	L	R	L	-	R	-	-	-	2	2	1	-	1	2			
12.		G. Niestój	Pentathlon	-	R	R	R	-	R	-	-	-	4	-	1	-	3	1			
13.		E. Karolczyk	Pentathlon	-	L	R	L	-	R	-	-	-	2	2	1	-	1	2			
14.		M. Lisowska	Pentathlon	-	L	R	L	-	L	R	R	R	1	3	1	-	-	3			
15.		D. Wiącek	Pentathlon	-	L	R	L	-	L	-	-	-	1	3	1	-	-	3			
16.		J. Szuba	Pentathlon	-	L	R	L	-	L	-	-	-	1	3	1	-	-	3			
17.		B. Botolej	Pentathlon	-	L	R	L	-	R	-	-	-	2	2	1	-	1	2			
18.		A. Bubała	Pentathlon	-	L	R	L	-	L	-	-	-	1	3	1	-	-	3			
19.		E. Piasek	Pentathlon	-	L	L	L	-	L	-	-	-	-	4	-	1	1	3			
20.		M. Roszkowska	Pentathlon	-	L	R	L	-	R	-	-	-	2	2	1	-	1	2			
21.		R. Wróbel	Pentathlon	-	L	R	L	-	R	-	-	-	2	2	1	-	1	2			
22.		B. Sadowska	Pentathlon	-	R	L	R	-	R	-	-	-	3	1	-	1	3	1			
23.		J. Walencka	Pentathlon	-	L	R	L	-	R	-	-	-	2	2	1	-	1	2			
24.		W. Tomaszewska	Pentathlon	-	L	R	L	-	R	-	-	-	2	2	1	-	1	2			
TOTAL	n	P	3	7	21	4	3	14	9	2	9	72	74	39	5	29	73				
		L	7	17	3	20	7	10	1	8	1										
	%	P	30,0	29,2	87,5	16,7	30,0	58,3	90,0	20,0	90,0	49,3		26,7							
		L	70,0	70,8	12,5	83,3	70,0	41,7	10,0	80,0	10,0		50,7		3,4	19,9					

Tabella 2 - Differenziazione nell'uso del singolo arto nell'esecuzione di esercitazioni da parte di pentathlete e decathleti (n = 24).

EFFETTI DELLA SIMMETRIZZAZIONE DELLA TECNICA DELLE ESERCITAZIONI DI ATLETICA LEGGERA

L'efficienza del processo di simmetrizzazione della tecnica del salto in alto (Susoľ, 1977) è stata determinata in un esperimento pedagogico di sei mesi condotto su 20 studenti della Scuola Tecnica di Agricoltura. Il progresso è stato controllato utilizzando una serie di prove, che definivano il livello della condizione fisica generale e speciale, eseguite 5 volte in periodi di allenamento differenti (ad intervalli di 6 settimane). Nel gruppo sperimentale, durante 117 ore di allenamento, si è sviluppata la simmetria degli arti inferiori. *La prestazione alternata di esercitazioni, cioè gamba destra e sinistra, ha ridotto significativamente l'asimmetria precedentemente rilevata con le prove per valutare la condizione fisica, tra cui la più indicativa di esse era l'esecuzione dello stacco del salto in alto dallo stacco, passando dalla gamba destra a quella sinistra. Durante la fase di miglioramento dell'abilità nell'eseguire lo stacco*



con entrambe le gambe, è stata osservata una progressione dei l per la gamba dominante.

Conclusioni

1. Le analisi condotte sugli atleti che si specializzano nei salti dell'atletica leggera hanno mostrato la dominanza dell'arto di stacco, che è stato caratterizzato da un livello di forza e capacità superiore, come risultato del suo uso più frequente durante l'allenamento e le gare, in un allenamento di tipo specializzato a lungo termine. L'arto di stacco era quello sinistro (53-57% dei casi). Il cambio dell'arto di stacco è avvenuto solo in situazioni di emergenza, cioè a causa di infortunio. *La scelta dell'arto di stacco spesso viene effettuata in maniera casuale, condizionata soprattutto dalla tradizione di una data disciplina.* Una forte specializzazione, mirata alla ricerca di risultati sportivi, impedisce agli atleti agonisti e agli allenatori di vedere i benefici della simmetrizzazione in altre categorie rispetto all'utilità sportiva.
2. I risultati delle ricerche condotte sugli atleti praticanti specialità di pentathlon e decathlon dell'atletica leggera hanno mostrato la dominanza della gamba sinistra nei salti e la mano destra nei lanci. C'era una chiara varianza dell'asimmetria incrociata in donne e uomini (mano destra e gamba sinistra).
3. Gli esperimenti pedagogici effettuati in differenti gruppi di



agonisti hanno mostrato che è possibile controllare la scelta della gamba dominante di stacco. *La simmetrizzazione della tecnica sportiva migliora i risultati ottenuti staccando sia con la destra che la sinistra. Con il miglioramento dei risultati ottenuti con l'arto "più debole", anche l'arto dominante migliora.*

4. Durante gli esperimenti condotti, è stata osservata la seguente tendenza: la simmetrizzazione della tecnica prima provoca un calo nei risultati del salto (in cui gli atleti si stavano specializzando), e poi il loro incremento e stabilizzazione ad un livello superiore.
5. Negli esperimenti presentati, è stato applicato lo stesso carico ad entrambe le gambe. Non è dato sapere: quali effetti sarebbero causati dalla *simmetrizzazione con un carico maggiore applicato sulla gamba "più debole"*? Si può solo ipotizzare che potrebbe essere un metodo più efficace.

Traduzione di:
Maria Luisa Madella

Bibliografia

- Ambarow, E. (1963). O primenenii „zermalnych” przyżkov pri obuczenii i trenirovke junych legkoatletov - prygunov. [In:] *Problemy junoszeskogo sporta*. Fizkultura i Sport, Moskwa. Baley, S., W. Nawrocka, Wasilewski E(1952). Znaczenie boczności człowieka dla praktyki wychowania fizycznego. *Kultura Fizyczna*, 11: 12.
- Djačkov, V. (1953). *Pryżok v dlinu s rozbega*. Fizkul'tura i Sport, Moskwa.
- Dolja, G. (1979). *Vozrastnyje zakonomernosti rozvitiya ot del'nykh dvigatel'nykh kačestv junych legkoatletov (na primere pryżkov v vysotu)*. Dissertacja kandydackaja. WNIIFK, Moskwa.
- Dolja, H. (1973). *Assimetrija rozvitija sily myšc nog i sporivnyj rezultat*. Teor. i Prakt. Fiz. Kul'.
- Drabik, J., M. Adam (1983). Symetria i asymetria rzutów podczas walki w judo. *Zeszyty Naukowe AWF w Gdańsku*, 7.
- Grab, J. (1978). Wpływ metodyki nauczania na wyniki w skoku w dal i trójskoku w świetle symetrii i asymetrii ruchu (na przykładzie zawodników SKS). Praca magisterska. Biała Podlaska, FAWF.
- Kotowski, J. (1978). Kształtowanie się kończyny odbijającej (na przykładzie skoku w dal). Praca magisterska. FAWF, Biała Podlaska.
- Łomejko, V. (1961). K voprosu o tolčkovej noge. *Fiz. Kul' t. v Škole*, 7.
- Manno, R. (1984). Lateral preferences and motor skills in young subjects practicing different sports. *International Congress on „Child and Sport”*, Urbino.
- Mekota, K. (1984). *Synteticka studie o pohybove lateralite (Synthetic study of motor Laterality)*. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Pedagogica Gymnica XIV, Olomouc*, 93-123.
- Niedźwiedz, T. (1980). Problem symetrii i asymetrii w wielobojach lekkoatletycznych. Praca magisterska. FAWF, Biała Podlaska.
- Puni, A.C., W. Starosta (1979). *Psychologiczne przygotowanie w sportach niewymiernych*. (Psychological preparation in incommensurable sports). *Sport i Turystyka*, Warszawa.
- Starosta, W. (1965). *Wyniki obserwacji pedagogicznych w procesie wykonywania symetrycznych i asymetrycznych ćwiczeń przez łyżwiarzy figurowych różnych krajów*. *Wychow. Fiz. i Sport*, T. 9, z. 1: 91-113.
- Starosta, W. (1965a). Symetria i asymetria w nauczaniu łyżwiarstwa. *Wychow. Fiz. i Hig. Szkol.*, 10: 11-15.
- Starosta, W. (1970). Wykonanie wybranych elementów gimnastyki artystycznej w świetle symetrii i asymetrii funkcjonalnej. *Kult. Fiz.*, 8: 349-356.
- Starosta, W. (1971). Symetria i asymetria czynności ruchowych na przykładzie wybranych ćwiczeń kajakarstwa podstawowego. *Kult. Fiz.*, 1: 17-21.
- Starosta, W. (1971a). Symetria i asymetria wrażliwych dźwięków na primiere figurnego katanija na kańkach. *Teor. i Prakt. Fiz. Kult.*, 3: 74-77.
- Starosta, T., W. Starosta (1971b). Wybrane elementy nowoczesnego treningu w łyżwiarstwie figurowym. *Sport Wyczynowy*, 3: 30-38.
- Starosta, W. (1972). Symetria i asymetria czynnościowa kończyn dolnych w wybranych konkurencjach lekkoatletycznych. *Kult. Fiz.*, 2: 59-65.
- Starosta, W. (1973). Studium przejawów symetrii i asymetrii funkcjonalnej kończyn dolnych u portowców. *Roczniki Naukowe AWF, Warszawa*, t. XVII: 59-95.
- Starosta, W. (1975). *Symetria i asymetria ruchu w sporcie. (Symmetry and asymmetry of movement in sport)*. *Sport i Turystyka*, Warszawa.
- Starosta, W. (1978). Nowa metoda pomiaru tzw. skoczności. [W:] *Metody badawcze w wychowaniu fizycznym i sporcie*. AWF Poznań, Monografie, 96: 251-255.
- Starosta, W. (1983). Znaczenie symetrii i asymetrii funkcjonalnej w sporcie wyczynowym. (Important functional symmetry and asymmetry in high level sport) *U Zesz. Nauk. AWF Gdańsk*, 7: 223-254.
- Starosta, W. (1984). Koncepcja kształtowania symetrii ruchów w sporcie wyczynowym. *Zeszyty metodyczne AWF Gdańsk*, 89-109.
- Starosta, W. (1985). *Coordinazione e simmetrizzazione del movimenti*. *Scuola dello Sport - Riv. Cult. Sportiva*, 1: 11-17.
- Starosta, W. (1986). *Symmetrie und asymmetrie der Sporttechnik in Mannschaftsspielen*. [In:] *Beiträge zur Sportspielforschung* - bei R. Andresen. Verlag Ingrid Czwaliņa, Ahrensburg. *Sportwissenschaft und Sportpraxis*, Bd.57: 100-113.
- Starosta, W. (1990). *Symmetria i asymetria ruchów w treningu sportowym*. (Movement symmetry and asymmetry in sport training). *Poradnik dla trenera*, z.15, Instytut Sportu, Warszawa.
- Starosta, W. (2008). *Stronne zróżnicowanie techniki ćwiczeń zawodników rozmaitych dyscyplin sportu (Side differentiation of exercises technique In competitors of various sport disciplines)* *International Association of Sport Kinetics*. Warsaw.
- Susoł, C. (1977). Efektywność nauczania skoku wzwyż w aspekcie symetrii i asymetrii ruchu (na przykładzie uczennic Technikum Rolniczego). Praca magisterska. FAWF, Biała Podlaska.

Allenamento non lineare della forza nel mezzofondo

Melanie Schulz, Manfred Dingerkus, Dirk Büsch

Caso di studio con atleta di livello élite

Per ottimizzare la prestazione nel mezzofondo è necessario organizzare e svolgere in modo sistematico gli allenamenti sia della resistenza che della forza. Nelle discipline di corsa, l'allenamento della forza viene svolto a sostegno della capacità prestativa prevalentemente in maniera lineare, vale a dire sotto forma di allenamento a circuito della resistenza alla forza, nel corso del periodo di preparazione. Nel periodo agonistico si va generalmente ad osservare una riduzione degli allenamenti della forza. A causa di calendari agonistici (delle discipline di corsa) sempre più dinamici e in continua estensione, sul finire della stagione agonistica questa forma transitoria di allenamento della forza non risulta più essere in grado di mantenere i vantaggi generati dall'incremento della forza, come ad esempio lo sviluppo di velocità di corsa più elevate grazie ad una migliorata economia di corsa. Conseguentemente, sono necessari dei cambiamenti metodici nelle modalità dell'allenamento della forza per poter stimolare degli effetti di transfert e controllarli nell'arco della stagione. In questo caso di studio è stato verificato su una mezzofondista d'élite se l'allenamento non lineare della forza possa indurre effetti di transfert sulle prestazioni nel mezzofondo, in particolare nel corso del periodo agonistico. I risultati dello studio mostrano in primo luogo un incremento della pre-



stazione atletica in una "sovradistanza" (più di 10,0 km) nel corso del periodo di preparazione. Per il periodo agonistico si è potuto dimostrare che l'allenamento non lineare della forza può portare ad un indiretto miglioramento della prestazione sui metri 800 dopo aver osservato un periodo di adattamento di circa tre settimane.

1. Introduzione

Il calendario agonistico dell'atletica leggera presenta oggi uno sviluppo sempre più dinamico. L'agenda, divenuta molto fitta negli ultimi tempi, parte sin dall'inizio dell'anno e si protrae fino al termine dei mesi estivi. Basti pensare che nel 2016 si sono svolti, in ordine cronologico, i Campionati mondiali indoor, i Campionati europei e i Giochi olimpici, inframmezzati dai vari meeting nazionali ed internazionali di alto livello. La partecipazione degli atleti a tutte queste competizioni richiede una speciale preparazione e periodizzazione sia dell'allenamento della resistenza che di quello della forza. Ad oggi due modelli di periodizzazione dell'allenamento della forza sono ormai "cristallizzati": la periodizzazione (lineare) "a blocchi" di Vladimir Issurin e la periodizzazione non lineare elaborata da Charles Poliquin (Fleck & Kraemer, 2004; Poliquin, 1988).

L'ALLENAMENTO DELLA FORZA NEL MEZZOFONDO

Nel periodo di preparazione, l'allenamento della forza nel mezzofondo è generalmente composto da allenamenti a circuito volti al miglioramento della resistenza alla forza. Talvolta vengono impiegati, una o due volte la settimana, esercizi alle macchine e/o con manubri e immediatamente al termine della sessione di allenamento della resistenza. In un periodo di circa sei settimane si vanno ad incrementare gradualmente i carichi e il numero di serie. Il procedimento metodico segue una periodizzazione lineare, dove il carico (l'intensità) cresce costantemente mentre la durata dell'esercizio (volume) decresce (Stone, O'Bryant, Schilling, Johnson, Pierce, Haff, Koch & Stone, 1999). Con l'avvio di un periodo agonistico della durata di almeno tre mesi, l'allenamento della forza viene spesso posto in secondo piano, trascurato a favore di specifici metodi di allenamento e di competizione (Pöhlitz, 2011). Negli studi sull'impegno dell'allenamento concorrente di forza e resistenza (*concurrent training*) viene dimostrato che l'esecuzione dell'allenamento della forza in immediata successione ad una sessione di allenamento della resistenza produce delle interferenze. L'inosservanza di una pausa di almeno sei/otto ore causa delle limitazioni alla rigenerazione del substrato, concorrendo ad una riduzione dello sviluppo della forza e del suo rendimento (Robineau, Babault, Piscione, Lacombe & Bigard, 2016). Sulla base dei risultati di Schumann, Pelttari, Doma, Karavirta & Häkkinen (2016), Ratamess, Kang, Porfido, Ismaili, Selamie, Williams et al. (2016), così come di Jones, Howarrson, Russel e French (2017), per essere efficace, un allenamento della forza dovrebbe essere svolto come singola sessione di allenamento, al fine di assicurare un adeguato periodo di riposo. Schumann et al. (2016) suggeriscono un recupero non inferiore alle 48 ore tra le singole sessioni di allenamento della forza. Nel caso di doppia seduta giornaliera, gli autori consigliano di svolgere l'allenamento della forza al mattino, facendola precedere alla sessione di allenamento della resistenza (da svolgersi al pomeriggio). Per un singolo allenamento giornaliero, Heishmann, Curtis, Saliba, Hornett, Malin e Wettmann (2017) raccomandano di collocare il carico di allenamento al pomeriggio, appro-

fittando tra l'altro di un più elevato rendimento dell'atleta. Docherty e Sporer (2000) raccomandano un utilizzo consapevole dei protocolli di allenamento simultaneo di forza e resistenza, cercando di evitare effetti "di sovrapposizione" a livello ormonale. Ad un *interval training* intensivo non dovrebbe mai seguire un allenamento dell'ipertrofia (e viceversa) per via del difficile adattamento fisiologico.

La diminuzione dell'allenamento della forza dei mezzofondisti nel periodo agonistico concorre al calo della forza muscolare nel corso della stagione (Pöhlitz, 2011). Di conseguenza va decrescendo anche il beneficio prodotto dall'allenamento della forza, il quale si può palesare – in presenza di determinati meccanismi di adattamento – sotto forma di: migliorata economia di corsa; ridotto consumo di ossigeno; rapporto peso-potenza ottimizzato; miglioramento della stabilità del tronco, delle articolazioni e della postura; maggiore sopportazione ai carichi; incremento delle prestazioni di resistenza aerobica ed anaerobica (Beatti, Carson, Lyons, Rossiter & Kenny, 2016; Karsten, Stevens, Colpus, Larumbe-Zabala & Nacleiro, 2016; Schumann, Pelttari, Doma, Karavirta & Häkkinen (2016); Schmidt, 2011). Pöhlitz (2011) afferma che l'uso dell'allenamento a circuito nell'arco dell'intero anno rappresenti una possibilità per minimizzare il calo prestativo nel corso del periodo agonistico. Va tuttavia ricordato che l'utilizzo di un allenamento a circuito sui mezzofondisti è solo parzialmente idoneo a sviluppare le caratteristiche fondamentali delle fibre bianche. Taipale, Mikkola, Salo, Hokka, Vesterinnen, Kraemer et al. (2014) constatano che, rispetto ad un allenamento a circuito, l'allenamento della forza massimale e della forza esplosiva porta ad un incremento maggiore delle prestazioni di podisti "della domenica".

L'ALLENAMENTO NON LINEARE DELLA FORZA NEL MEZZOFONDO.

Al fine di minimizzare un'evoluzione instabile della prestazione atletica nel periodo agonistico sembra dunque appropriato introdurre una estesa periodizzazione non lineare dell'allenamento della forza. Nella meta-analisi di Denadai, Alves de Aguiar, Rabello de Lima, Greco e Caputo (2017) viene di-

mostrato che l'utilizzo prolungato (dalle 12 alle 14 settimane) del concurrent training porta ad un significativo incremento della performance degli atleti di resistenza rispetto ad un impiego ridotto nel tempo ($\beta = -0,83 \pm 0,72$; $p = 0,02$).

Negli studi comparativi tra l'allenamento non lineare della forza e l'allenamento (lineare) a blocchi, il primo si distingue positivamente per la maggiore compatibilità del modello con la pianificazione dell'allenamento e con il suo effettivo svolgimento.

In particolare, sono stati dimostrati i vantaggi dell'allenamento non lineare della forza (c.d. *undulating training* o *mixed training strategy*) negli sport di squadra, i quali presentano allenamenti e competizioni articolati con un'elevata frequenza nell'arco di più mesi (Simao, Spinetti, Freitas de Salles, Matta, Fernandes & Fleck et al. 2012; Kraemer & Fleck, 2017). Utilizzando i vari metodi di allenamento della forza (vedasi tabelle 1 e 2) e variando costantemente i carichi, ad esempio all'interno di un mi-

	LUNEDI'	MARTEDI'	MERCOLEDI'	GIOVEDI'	VENERDI'	SABATO	DOMENICA
AM	riposo	fondo lento di rigenerazione	resistenza di base intensiva - fondo veloce	resistenza di base estensiva - lungo	riposo	resistenza di base intensiva - corto veloce	resistenza di base estensiva - lungo
PM	ipertrofia: 6-12 ripetizioni 60-85% 1RM + 2-3 x 30 m sul lanciato	resistenza di base estensiva - breve	fondo lento di rigenerazione	resistenza di base estensiva - breve	forza veloce: 8-12 ripetizioni 30-60% 1 RM + 2-3 x 10 passi di corsa balzata	resistenza di base estensiva - breve	riposo
AM	riposo	resistenza di base estensiva - breve	resistenza di base intensiva - lungo	neurocoordinazione: 1-3 ripetizioni 90-100% 1RM + 2-3 x 20 m	riposo	resistenza di base intensiva - fondo	resistenza di base estensiva - lungo
PM	forza resistente: 20-30 ripetizioni 50-60% 1RM + 2-3 x 30 m in salita	resistenza di base estensiva - lungo	fondo lento di rigenerazione	fondo lento + resistenza alla velocità - breve	resistenza di base estensiva - breve + atletismo	fondo lento di rigenerazione	riposo
AM	riposo	fondo lento di rigenerazione + resistenza alla velocità - breve	resistenza di base intensiva - corto veloce	riposo	resistenza di base estensiva - lungo	resistenza di base intensiva - fondo medio/veloce	resistenza di base estensiva - lungo
PM	forza veloce: 8-12 ripetizioni 30-60% 1RM + 2-3 x 5 balzi monopodalici	resistenza di base estensiva - lungo	fondo lento di rigenerazione	ipertrofia: 6-12 ripetizioni 60-85% 1RM + 2-3 x 30 m sul lanciato	resistenza di base estensiva breve + atletismo	fondo lento di rigenerazione	riposo

Tabella 1 - Variante di allenamento non lineare della forza in fase preparatoria all'interno di due microcicli (bianco e grigio) con ognuno tre sessioni di forza.

crosciclo di 7-10 giorni (chiamato *daily undulating periodization*, DUP), in un ciclo di allenamento si possono realizzare diversi obiettivi dell'allenamento della forza, tenendo comunque conto della pianificazione agonistica e dello stato fisico e psicologico dell'atleta. Gli autori etichettano questo tipo di

allenamento non-lineare come *session-by-session non-linear program*, dove non viene applicato alcun modello di crescita o di diminuzione dei carichi all'interno del ciclo di allenamento. Kraemer e Fleck (2007) individuano il segreto del successo della periodizzazione non lineare nell'abilità dell'allenatore

	LUNEDI'	MARTEDI'	MERCOLEDI'	GIOVEDI'	VENERDI'	SABATO	DOMENICA
AM	riposo	fondo lento di rigenerazione + resistenza alla velocità - breve	resistenza di base intensiva - corto veloce	resistenza di base estensiva - breve + atletismo	resistenza di base estensiva - breve + atletismo	fondo lento - rigenerazione	resistenza di base estensiva - lungo
PM	forza veloce: 8-12 ripetizioni 30-60% 1RM + 2-3 x 10 corsa balzata	resistenza di base estensiva - breve	riposo	riposo	riposo	GARA	riposo
AM	resistenza di base estensiva - breve	riposo	fondo lento di rigenerazione	resistenza di base estensiva - lungo	riposo	resistenza di base intensiva - corto veloce	resistenza di base estensiva - lungo
PM	resistenza di base estensiva - breve	forza resistente: 20-30 ripetizioni 50-60% 1RM + 2-3 x 30 m in salita	resistenza di base intensiva - corto veloce	fondo lento di rigenerazione + atletismo	neurocoordinazione: 1-3 ripetizioni 90-100% 1RM + 2-3 x 30 m	fondo lento di rigenerazione	riposo
AM	riposo	fondo lento di rigenerazione + resistenza alla velocità - breve	resistenza di base intensiva - corto veloce	resistenza di base estensiva - lungo	resistenza di base estensiva - breve + atletismo	fondo lento di rigenerazione	fondo lento di rigenerazione
PM	ipertrofia: 6-12 ripetizioni 60-85% 1RM + 2-3 x 30 m sul lanciato	riposo	fondo lento di rigenerazione	riposo	riposo	riposo	GARA

Tabella 2 - Variante di allenamento non lineare della forza in fase agonistica all'interno di due microcicli (bianco e grigio) con ognuno due sessioni di forza.

di attendere il giorno dell'allenamento della forza per far conciliare il programma con le condizioni psicofisiche dell'atleta.

“Gli allenamenti individualizzati sono la regola aurea di ogni programma di allenamento”.

(Kraemer & Fleck, 2007, p. 81)

Alcuni scettici temono che l'allenamento regolare della forza possa causare ipertrofia muscolare. Secondo il loro parere, l'allenamento della forza e quello della resistenza sarebbero di principio solo difficilmente combinabili in una singola sessione di concurrent training a causa di possibili interferenze (Beattie et al., 2016; Fünten, Faude, Skorski & Meyer, 2013; Aagard & Andersen, 2010). Questi dubbi appaiono però infondati. Un aumento eccessivo della crescita muscolare non è prevedibile visto il minimo impiego di esercizi volti all'ipertrofia nella periodizzazione non lineare e dato l'elevato volume nell'allenamento della resistenza (Kraemer,

Patton, Gordon, Harman, Dechehene, Reynolds et al. 1995). Allo stesso modo, anche in uno studio condotto su alcuni corridori da Beattie et al. (2016) dopo un intervento sulla forza della durata di 40 settimane non è stato osservato alcun aumento della massa muscolare. Oltre a ciò, Wirth, Atzor e Schmidtbleicher (2004) riferiscono che una “periodizzazione ondulata” di una o due settimane – contemplante un uso alternato di sessioni di allenamento di resistenza alla forza, di ipertrofia e di forza neuromuscolare – è consigliabile solo in parte per sviluppare in maniera considerevole la muscolatura negli atleti agonisti, a causa della ridotta densità degli stimoli e dell'esiguità del carico. Siccome la struttura del carico del mezzofondista per la stagione agonistica non richiede lo sviluppo dell'ipertrofia muscolare massimale, ma piuttosto l'ottimizzazione di determinate caratteristiche della forza, una periodizzazione non lineare dell'allenamento della forza appare essere più consona rispetto a quella lineare (Kraemer & Fleck, 2007).



L'allenamento non lineare della forza non causa di per sé un incremento della prestazione atletica. L'effetto "di transfer", oltre che dalla scelta degli esercizi di forza, dipende infatti strettamente dallo svolgimento in abbinata di un allenamento della tecnica, andando a formare un "complex training". (Wirth & Schmidtbleicher, 2007a, Kibele, 1998). All'interno di un "complex training" possono ad esempio essere combinati l'allenamento della forza al bilanciere con degli esercizi di trasformazione (ad esempio, squat completi con il bilanciere seguiti da brevi sprint).

Attivando preventivamente la muscolatura, circa sette/dieci minuti prima dell'allenamento, gli atleti (ed in particolare quelli d'élite) possono beneficiare di una maggiore performance in termini di velocità e forza. L'idea alla base si fonda sul concetto di *post-activation potentiation* (PAP; Lesinski, Muehlbauer, Büsch & Granacher, 2014). Per le discipline di pesistica olimpica è stato dimostrato che gli esercizi dinamici al bilanciere hanno effetti di transfert sulle capacità di sprint e salto verticale (Hoffmann, Cooper, Wendell & Kang, 2004). Schulz (2014) presenta all'interno di uno studio preliminare gli effetti positivi di interazione dell'allenamento della forza massimale con squat completi al bilanciere e la prestazione sugli 800 m di un mezzofondista. È inoltre necessario osservare un adeguato tempo di adattamento tra l'allenamento non lineare della forza e la successiva competizione affinché l'effetto dell'allenamento della forza possa essere trasferito sulla velocità di corsa. L'allenamento della forza dovrebbe essere interrotto dipendentemente dai suoi contenuti da 7 a 21 giorni prima della competizione prescelta (Schlumberger & Schmidtbleicher, 1998). Nel caso di studio di Schulz (2014), l'ottocentista ha necessitato di un periodo di adattamento di circa tre settimane per trasformare con successo l'incremento nel potenziale della forza in una migliore performance atletica.

L'allenamento non lineare della forza rappresenta in termini di sviluppo della forza dinamica massimale e della forza veloce un metodo di allenamento alternativo (Miranda, Simao, Rhea, Bunker, Prestes, Leite, Miranda et al., 2011; Hartmann, Bob & Schmidtbleicher, 2008; Rhea et al., 2002; Backer, Wilson &

Carlyon, 1994). Sulla base delle evidenze disponibili e delle considerazioni pratiche ci si attende che una periodizzazione non lineare dell'allenamento della forza costruita per il lungo periodo vada a supportare la performance atletica.

Nell'esempio di un *intervention study* di 10 mesi dovrebbe essere dimostrato che un incremento funzionale della forza produce degli effetti di transfert sulle "sottodistanze", sulle distanze del mezzofondo e sulle "sovradistanze".

2. Metodologia di studio

Lo studio è stato condotto per una durata complessiva di 10 mesi. Nel corso dei primi due mesi sono stati svolti degli allenamenti di acquisizione della tecnica con il bilanciere. Mantenendo l'esattezza dello svolgimento sempre sullo sfondo, gli esercizi al bilanciere – squat frontali, overhead squat (squat con bilanciere sopra la testa a braccia tese), slanci e girate – possono essere utilizzati nel processo di allenamento non lineare, in linea di principio, in modo intercambiabile per portare a termine i vari metodi di allenamento della forza (vedasi tabella 3). Lo squat frontale è adatto, ad esempio, per supportare un carico massimale, qualora l'obiettivo dell'allenamento della forza sia il miglioramento della coordinazione neuromuscolare o la stimolazione della crescita muscolare.

L'utilizzo di slanci e/o girate può essere invece utilizzato per elaborare attributi di reattività e velocità della forza, quali lo sviluppo della forza esplosiva o la velocità massima di movimento. Oltretutto, biomeccanicamente questi esercizi assomigliano molto alla struttura del movimento della corsa, sebbene le più elevate resistenze esterne potrebbero causare un cambiamento nelle relazioni cinematiche (distanza-tempo) e nelle caratteristiche cinetiche (relazioni forza-tempo) (Wirth, Hartmann, Keiner & Sander, 2012).

Il periodo di studio è stato suddiviso in due macrocicli. Entrambi sono stati caratterizzati da un periodo di preparazione, un periodo agonistico e un periodo transitorio. I diversi metodi di allenamento della forza sono stati utilizzati nell'arco di

METODI DI ALLENAMENTO DELLA FORZA					
	<i>miglioramento della coordinazione neuromuscolare</i>	<i>sviluppo della massa muscolare (ipertrofia)</i>	<i>miglioramento della prestazione muscolare (forza veloce)</i>	<i>miglioramento della forza reattiva</i>	<i>miglioramento della forza resistente</i>
<i>carico assoluto</i>	carico in kg	carico in kg	carico in kg	carico in kg	carico in kg
<i>carico relativo</i>	90-100% 1RM	60-85% 1RM	30-60% 1RM	peso corporeo - no carico aggiuntivo	50 -60% 1RM
<i>durata</i>	1-3 ripetizioni per serie	6-12 ripetizioni per serie fino al massimo sforzo (4-6 secondi per ripetizione, max. 45 sec per serie)	8-12 ripetizioni	10-12 ripetizioni	20-60 ripetizioni per serie fino al massimo sforzo (2-6 sec per ripetizione, max 120 sec per serie)
<i>densità del carico</i>	3-6 serie per esercizio o 3-6 serie per gruppo muscolare	pausa 60-120 sec tra le serie	pausa 2-3 min tra le serie	3-5 serie per esercizio o 3-5 serie per gruppo muscolare, ≥ 10 min tra le serie	30-60 sec tra le serie
<i>sviluppo della forza</i>	puramente esplosivo	puramente rapido	puramente esplosivo	puramente esplosivo	puramente rapido
<i>velocità di movimento</i>	lento/rapido	lento/continuo/controllato	veloce/massima	veloce/massima	rapido/continuo/controllato
<i>durata movimento eccentrico</i>	–	2-6 sec	–	–	1-4 sec
<i>durata movimento concentrico</i>	–	2-3 sec	–	–	1-2 sec
<i>frequenza dell'allenamento</i>	48-72 ore di riposo per gruppo muscolare	48-72 ore di riposo per gruppo muscolare	48-72 ore di riposo per gruppo muscolare	48 ore di riposo	48-72 ore di riposo per gruppo muscolare
<i>esercizi di allenamento</i>	squat e squat frontali, girate, stacco da terra	spinte, squat con bilanciere sopra la testa, squat e squat frontali, girate (in piedi o meno), stacco da terra leg-curl	girate, spinte, step up con manubri (es. kettleball)	allenamento pliometria (salti verticali/orizzontali, mono- e bipodale), affondi sagittali dinamici, salto in lungo da fermo, squat jump, corsa balzata, balzi gradoni/scale, salti alla corda, countermovement jump, drop jump	spinte, squat con bilanciere sopra la testa, squat e squat frontali, girate, stacco da terra, esercizi alle macchine
<i>esempi di esercizi specifici</i>	2-3 x 20 m	2-3 x 30 m, 2-3 x 30 m sul lanciato	2-3 x 10 passi di corsa balzata	4-6 partenze (reazione), 2-3 x 20 m	2-3 x 30 m in salita/discesa

Tabella 3 - Catalogo di esercizi di allenamento della forza in relazione al metodo di allenamento utilizzato.

7-10 giorni in maniera intercambiabile da due fino a tre volte, principalmente di pomeriggio e come singola sessione di allenamento. Si sono rispettate 48 ore come tempo di recupero tra le sessioni di allenamento della forza. Per le sessioni di forza e resistenza da svolgersi nella stessa giornata, si è preferito anteporre l'allenamento della forza (svolto durante la mattinata) a quello della resistenza (vedasi Schumann et al., 2016). Tra queste due sessioni è stato rispettato un recupero di almeno sei ore (vedasi Robineau et al. 2016). Eventuali cambiamenti nella frequenza degli allenamenti e nella scelta del metodo di allenamento della forza sono stati fatti in vista della partecipazione ad una competizione o sulla base delle diverse condizioni fisiche o mentali dell'atleta.

Per organizzare i carichi dei concurrent training è stata utilizzata la scala ASS (Anstrengungsskala Sport; Büsch, Marschall, Braun, Granacher & Wolfarth, 2017). Sono stati inoltre utilizzati altri parametri di affaticamento quali la misurazione del lattato e della frequenza cardiaca.

Ogni sessione di forza è stata preceduta da 30 minuti di riscaldamento. Qui gli slanci e gli overhead squat con il bilanciere sono stati integrati da esercizi per la muscolatura delle cosce alle macchine (ad esempio leg curl) e da esercizi con manubri (come la kettleball).

Nella parte principale dell'allenamento della forza l'atleta si è concentrata, oltre che a girate e squat frontali, su esercizi a navetta quali affondi sagittali e step up su di uno sgabello con e senza sovraccarico. Al termine del programma di allenamento della forza, dopo circa dieci minuti di pausa, sono stati effettuati dei brevi sprint o degli esercizi di trasformazione, ad esempio salti orizzontali e verticali, per far sì che lo stimolo allenante venisse trasferito nel gesto della corsa. Per minimizzare gli effetti di interferenza tra forza e resistenza si è evitato di associare direttamente la resistenza di base intensiva (ad es. medio uniforme) all'allenamento della forza massimale e vice versa. Nell'ambito del presente articolo sono stati analizzati gli effetti dell'allenamento della forza sulla performance atletica utilizzando le prestazioni all'interno di alcune competizioni sulle distanze di 400m, 800m, 1500m e 11,1km.

SOGGETTO DI STUDIO

Nel caso di studio si è lavorato con una mezzofondista d'élite specialista dei 1500m, la quale si allena in condizioni da atleta professionista da più di dieci anni.

Nell'arco dello studio l'atleta ha avuto la possibilità di svolgere (a seconda del periodo di allenamento) più allenamenti al giorno. All'inizio del periodo di studio l'atleta non presentava infortuni neuromuscolari né muscolo-scheletrici. Il soggetto di studio è stato inoltre informato a proposito della sequenza cronologica e dell'andamento dei test. L'atleta ha dato il proprio consenso per l'indagine e l'elaborazione dei dati raccolti.

3. Risultati dello studio

Per valutare l'utilità pratica dell'allenamento della forza non lineare sono stati analizzati i risultati in due competizioni di 11,1 km e di 1500 m, osservando un periodo di tapering di almeno due settimane (senza allenamento della forza).

Nel periodo di preparazione l'atleta ha migliorato la propria prestazione in una gara sulla distanza di 11,1 km rispetto all'anno precedente. Il miglioramento cronometrico è stato pari a 47 secondi, passando da 38:42 a 37:55. Leggerezza e facilità d'azione sono state le sensazioni personali descritte dall'atleta. Lo sforzo è stato categorizzato nella parte bassa della ASS (4 su 10).

Ai campionati tedeschi all'aperto del 2015 l'atleta ha fatto segnare un tempo di 4:30,95 nelle batterie dei 1500m, non riuscendo a raggiungere la finale. Comparando questa prestazione al primato stagionale di 4:25,08, si è verificato un peggioramento di 5,87s. L'atleta ha corso molto al di sotto del proprio primato stagionale, definendosi "appesantita".

La sensazione di fatica dell'atleta è stata inserita nella parte alta dell'ASS (8 su 10). Una settimana dopo i campionati nazionali, l'atleta ha partecipato ad una staffetta 3x800m, completando la propria frazione in 2:07.4. La miglior prestazione stagionale dell'atleta era fino a quel momento di 2:08,26.

È stato quindi registrato – nel corso della stagione agonistica – un miglioramento della prestazione sui

metri 800, dopo una pausa di tre settimane dall'allenamento della forza (ASS: 6 su 10). Il risultato sulla "sotto distanza" dei 400 metri è stato rilevato durante una staffetta 4x400. Nel pieno della fase di allenamenti l'atleta ha conseguito in questa competizione un tempo di 57.4s, migliorandosi di circa 3 secondi rispetto ai risultati ottenuti in allenamento e nei test precedenti (\emptyset 60.4s) (ASS: 7 su 10). Tra l'ultima sessione di allenamento della forza e questa staffetta sono intercorsi 6 giorni.

Oltre ai risultati ottenuti appena menzionati, i metodi di allenamento non lineare della forza, trattati per l'intera stagione, hanno portato ad un incremento della forza massimale. Nei pretest (una regolare batteria di test) l'atleta ha sollevato in squat frontale un carico massimale medio di 39,17 kg nello spazio di tre tentativi. Nei post-test l'atleta ha invece raggiunto un carico massimale medio di 55,83 kg, il quale rappresenta un incremento pari al 42,54% (16,7 kg).

4. Discussione

Per raggiungere un effetto positivo dell'allenamento non lineare sulla performance atletica, è necessario un tempo di recupero adeguato. Sulla base (tra gli altri) dello studio preliminare di Schulz (2014), per il caso in oggetto si era presunto che un periodo di tapering senza allenamento della forza della durata di almeno due settimane avrebbe sostenuto positivamente la performance atletica.

Il primo "controllo in gara" degli effetti dell'allenamento della forza ha avuto risultati corrispondentemente buoni. L'atleta ha migliorato significativamente la propria prestazione sugli 11,1km rispetto all'anno precedente. Ai campionati nazionali del 2015 l'allenamento non lineare della forza, dopo una fase di tapering di 14 giorni, non ha potuto indurre direttamente un incremento della prestazione sui 1500m. Solo nella successiva (e quindi terza) settimana senza allenamento della forza e con



un ridotto allenamento della resistenza, l'atleta ha saputo convincere sia mentalmente che fisicamente sugli 800m. Le intense sessioni di allenamento della resistenza e l'elevata frequenza delle competizioni nelle precedenti settimane di allenamento (si veda figura 1) hanno probabilmente accorciato le tempistiche necessarie all'adattamento e al recupero, ritardando così il processo di rigenerazione dell'atleta. Conformemente a Schlumberger e Schmidtbleicher (1998) e Schulz (2014), si è fatto riferimento all'osservanza di un tempo di adattamento di almeno tre settimane per capire se l'allenamento non lineare della forza generi il massimo effetto positivo sulla prestazione in gara. Sulla sottodistanza dei 400 metri è stato invece riscontrato un effetto positivo dell'allenamento non lineare della forza nonostante l'assenza di un così esteso tempo di adattamento.

5. Conseguenze a livello di allenamento e competizione

Osservando un periodo di almeno tre settimane di pausa dall'allenamento della forza, l'allenamento

non lineare può essere impiegato per gli atleti di élite nel mezzofondo sia nel periodo di preparazione che nel periodo agonistico. Sulla base dei risultati ottenuti, per le distanze inferiori, come ad esempio i 400m, risulta invece essere sufficiente una sola settimana di adattamento per poter attendersi un miglioramento della prestazione in gara.

Nel caso di una sola sessione di allenamento al giorno è raccomandato svolgere l'allenamento della forza al pomeriggio. L'allenamento della forza va invece svolto al mattino in caso di allenamento doppio giornaliero, assicurando un intervallo di sei-otto ore dalla sessione pomeridiana di resistenza.

Si presume inoltre che una pausa dall'allenamento della forza di almeno 48 ore aumenti la compatibilità dell'allenamento concorrente di forza e resistenza. Ci si può attendere degli effetti dell'allenamento della forza sulla performance di corsa qualora la sessione si concluda con esercizi specifici, quali sprint e/o salti. Per implementare un metodo di allenamento della forza efficace è inoltre necessario tener conto del carico individuale dell'atleta e del contenuto dell'allenamento di corsa.

Un allenamento pomeridiano di resistenza alla velocità (ad es., 8x200m) può essere preceduto da

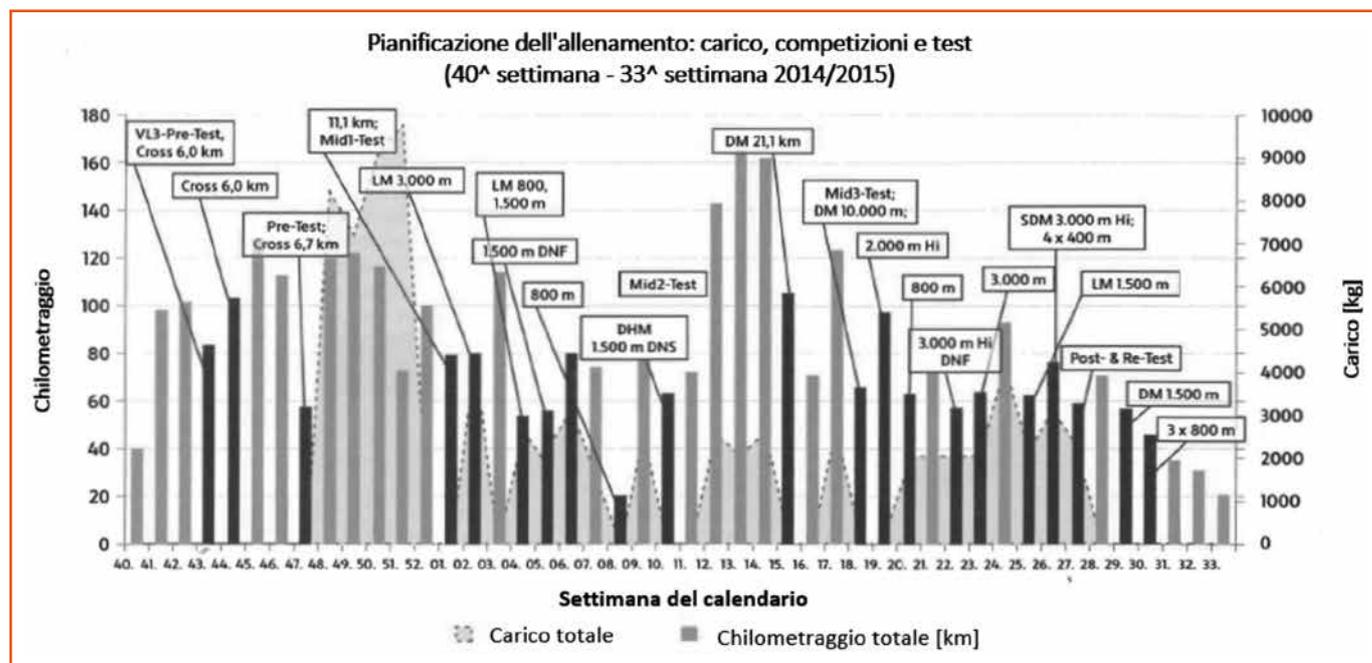


Figura 1 - Rappresentazione della pianificazione settimanale di carico (kg), chilometraggio (km) e competizioni.

un allenamento della forza veloce al mattino. Ad un allenamento della resistenza di base intensivo (lungo: 8x1000; breve: 8x400) non va anteposto un allenamento dell'ipertrofia al fine di evitare effetti negativi di sovrapposizione.

Prima di un programma di resistenza di base intensiva si può svolgere un allenamento di coordinazione neuromuscolare, purché a ridotto stress metabolico. Gli esercizi al bilanciere, come gli squat frontali, gli overhead squat, la girata e la spinta, risultano dunque essere degli esercizi efficaci e facilmente adattabili per lo svolgimento dell'allenamento non lineare della forza. Tra l'altro, questi esercizi migliorano il controllo d'azione nei movimenti (controllo posturale) e pongono una variegata e motivante alternativa agli esercizi svolti alle macchine o con i manubri.

L'acquisizione della tecnica degli esercizi al bilanciere è da cominciarci già con l'allenamento di base nel settore giovanile, per poi proseguire sotto la direzione di un allenatore specialista.



Consigli per un allenamento non lineare della forza nel mezzofondo

- Possibile utilizzo nell'arco dell'intero anno – con osservanza di una pausa dall'allenamento della forza antecedente circa tre settimane di un importante periodo agonistico (tapering).
- Nel periodo di tapering, riduzione generale del volume dell'allenamento di corsa con mantenimento/aumento dell'intensità.
- Osservanza di una pausa dall'allenamento della forza di almeno una settimana prima di prove o gare su sottodistanze (400 m).
- Svolgimento di sessioni "indipendenti" di allenamento della forza, possibilmente almeno sei ore prima del programma di allenamento della resistenza.
- Evitare effetti negativi di sovrapposizione metabolica (allenamento dell'ipertrofia vs. resistenza di base intensiva).
- In caso di allenamento singolo: consigliabile al pomeriggio.
- Tra le sessioni di allenamento della forza rispettare 48 ore di pausa.
- Determinazione delle condizioni dell'atleta per guidare il processo di allenamento, mediante l'utilizzo ad esempio della scala ASS, del test del lattato, della frequenza cardiaca.
- Utilizzo di esercizi specifici al termine dell'allenamento della forza (dopo 7-10 minuti di pausa).

Da: *Leistungssport* 5/2017

Traduzione a cura di: **Francesco Odorizzi**

La letteratura di questo articolo è disponibile al sito www.leistungssport.net

Acidosi e alterazioni metabolico-tissutali nell'atleta

Silvia Gandini¹, Giacomo Zilocchi²

¹ Fisioterapista, Osteopata D.O., laurea in scienze motorie, laurea in scienze della nutrizione umana

² Laurea magistrale in scienze e tecniche delle attività motorie preventive e adattate - Allenatore di II livello

Nella pratica sportiva odierna, sia professionistica che dilettantistica, si dedica tempo ed energia allo studio dei singoli aspetti biomeccanici, tecnici, condizionali, nutrizionali e fisiologici ri-

schiano però di perdere di vista il quadro generale del sistema-atleta nella sua interezza. Ogni sessione di allenamento rappresenta un elemento di stress esogeno volto a generare un adattamento

in termini di miglioramento della performance atletica tramite il processo di supercompensazione (eustress).

La richiesta di incremento della performance sportiva determina un aumento di richiesta di adattamento in una condizione di stress persistente. Purtroppo risulta difficile calcolare il reale tempo di recupero necessario, l'optimal load di allenamento e l'effettivo impatto di altri aspetti quali alimentazione, variabilità interindividuale e stress psicologico.

La gestione complessiva di tutti questi fattori risulta determinante per la prestazione e per la salute dell'atleta; una pratica scriteriata e poco attenta rischia di essere causa sia di un mancato ottenimento dei risultati che di infortuni recidivanti che possono minare la longevità della vita atletica di un soggetto.

L'infortunio oltre che ad indurre l'atleta a un'interruzione del proprio percorso agonistico e quindi ad un'impossibilità di competere a breve termine, genera grandi conseguenze a lungo termine sia a livello dell'adattamento dei tessuti che a livello dell'efficienza del sistema corpo e può presentare ripercussioni notevoli anche dal punto di vista psicologico. L'atleta riprenderà ad allenarsi con dei tessuti con una minor capacità di adattamento all'allenamento, con nuovi compensi posturali non necessariamente adeguati e con il ricordo biologico dell'infortunio, il che se non opportunamente trattato può facilitare il rischio di recidiva, sia a livello locale che in altri distretti e una grande difficoltà a tornare ai livelli agonistici precedenti, so-



prattutto per quanto riguarda gli atleti di alto livello.

In quest'ottica la capacità di individuare preventivamente potenziali situazioni lesive, conoscendo i meccanismi fisiologici che stanno alla base delle alterazioni tissutali indotte dall'attività sportiva, risulta essere molto utile sia in chiave preventiva che nella strutturazione stessa della proposta di allenamento.

Ciò che accomuna le varie discipline sportive è l'esigenza di generare una contrazione muscolare efficiente che possa garantire la performance richiesta: il presupposto perché ciò avvenga, è una continua rigenerazione delle scorte di ATP, che vengono utilizzate come carburante per l'accorciamento dei miofilamenti. Le diverse attività motorie possono essere classificate da un punto di vista energetico, valutando le modalità di rigenerazione dell'ATP maggiormente coinvolte; va tenuto presente che questi diversi meccanismi energetici sono processi fisiologici complessi con tempi di esaurimento differenti, che non funzionano a compartimenti stagni ma integrandosi.

• **Attività anaerobiche alattacide**

Le attività intense di breve durata utilizzano la fosfocreatina (PCr) per la rigenerazione dell'ATP in quanto l'intervallo di tempo è troppo breve per la completa attivazione della via glicolitica: la PCr genera ATP attraverso la sua scissione ed il fosfato liberato si unisce a dell'ADP pre-esistente fornendo energia di pronto impiego per supportare movimenti rapidi e veloci. Dotato di eleva-

ta potenza, questo meccanismo energetico ha capacità estremamente ridotta, andando ad esaurirsi entro 8-10 secondi di esercizio di forza esplosiva generalizzata.

Sono attività anaerobiche alattacide tutte quelle discipline in cui è richiesto il massimo sviluppo di forza in un brevissimo lasso di tempo come ad esempio il sollevamento pesi e discipline di salto e lancio dell'atletica leggera. Le discipline di velocità, invece, hanno un carattere misto; nella gara dei 100m lo sforzo iniziale è di tipo anaerobico alattacido ma la conservazione della velocità nell'ultimo tratto è data da uno sforzo anaerobico lattacido: in gare di velocità prolungata fino al mezzofondo veloce, l'impegno è sostenuto ampiamente dal meccanismo anaerobico lattacido.

• **Attività anaerobiche lattacide**

Quando un'attività intensa viene prolungata e le scorte di PCr non sono in grado di sopperire la richiesta metabolica, interviene il meccanismo anaerobico lattacido. Il glicogeno depositato a livello muscolare viene utilizzato come substrato per l'attivazione della via glicolitica per la rigenerazione di ATP; la resa di questa via è molto limitata, il che presuppone che il prodotto finale abbia un notevole contenuto energetico residuo da sfruttare in altri metabolismi, ma se lo sforzo è di breve durata, l'organismo non riesce a far fronte alla richiesta di ossigeno necessaria per la prosecuzione della respirazione cellulare: il piruvato prodotto dalla glicolisi verrà quindi convertito in

acido lattico in quantità proporzionali all'intensità dello sforzo, permettendo ulteriori svolgimenti della glicolisi.

• **Attività aerobiche**

Durante un'attività lieve-moderata (< 50% della capacità aerobica), la formazione di lattato ematico eguaglia il suo smaltimento e le esigenze di energia sono soddisfatte dai processi che utilizzano l'ossigeno. Sono attività prevalentemente di tipo aerobico, oltre alle discipline di mezzofondo e fondo, anche il ciclismo, lo sci di fondo e il nordic walking.

Sulla base della letteratura presente in materia è plausibile sostenere genericamente che il lavoro aerobico sia coinvolto in modo direttamente proporzionale alla distanza di gara e quindi alla durata dello sforzo, che il lavoro anaerobico alattacido abbia una corrispondenza diametralmente opposta al primo in rapporto alla distanza percorsa e che il meccanismo anaerobico lattacido veda la sua massima espressione in gare di velocità prolungata fino al mezzofondo veloce (fig. 1).

La fatica muscolare va intesa come quella condizione fisiologica che si concretizza nel momento in cui un muscolo sottoposto a ripetuti stimoli di una certa intensità e frequenza, riduce progressivamente la sua attività contrattile. Nonostante l'accumulo di acido lattico che si verifica nell'esecuzione di esercizi ad alta intensità, sia stato a lungo considerato uno dei più importanti fattori contribuenti all'insorgere della fatica muscolare¹, in realtà esso è coinvolto indirettamente.

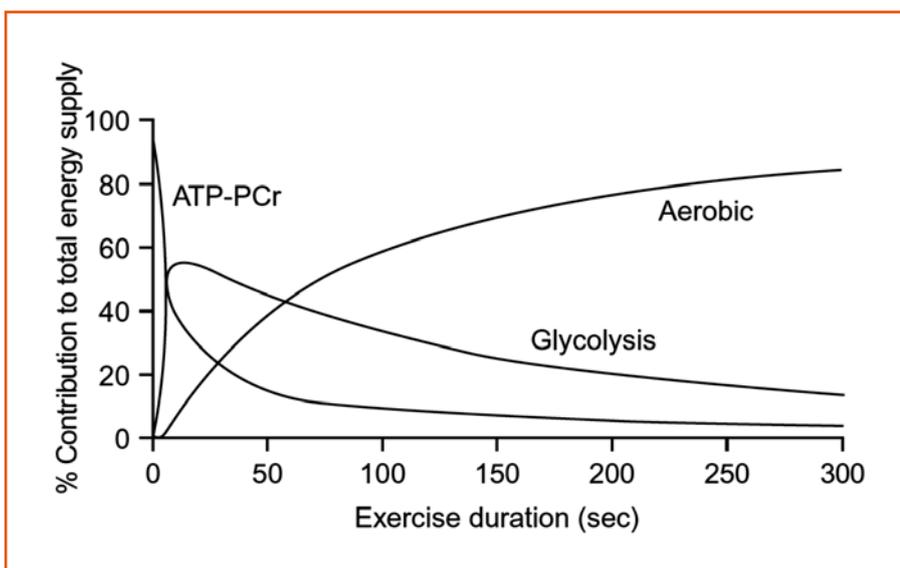


Figura 1 - Interazione sistemi energetici e contributo relativo durante esercizio massimale. (*Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise*) da Paul B. Gastin.

La produzione massiva di acido lattico comporta una maggior liberazione di idrogenioni H^+ in seguito a dissociazione dell'acido lattico stesso (Lattato + H^+), con conseguente abbassamento del pH (stato di acidosi); questa condizione è inoltre fortemente favorita dalla liberazione di idrogenioni H^+ che avviene nelle reazioni glicolitiche che prevedono idrolisi dell'ATP².

La diminuzione del pH funge da feedback per la via glicolitica inibendo l'attività della fosfofruttochinasi: questo previene che la produzione eccessiva di lattato/ H^+ faccia crollare ulteriormente il pH, condizione particolarmente grave per l'organismo.

Dopo alcuni secondi di sforzo di elevata intensità, la struttura muscolare interessata non sarebbe più in grado di continuare l'azione motoria, se non intervenissero inoltre sistemi tampone a neutralizzare l'acidificazione dell'am-

biente biologico. Uno di questi sistemi è rappresentato proprio dalla scissione della fosfocreatina in (C) e (P), essendo la creatina (C) una sostanza più alcalina della PCr, nel sistema omeostatico del muscolo s'instaura una funzione tampone nei confronti dell'idrogenione (H^+) prodotto. La fosfocreatina, quindi, da una parte ricarica l'ADP e dall'altra tampona l'ambiente acido del muscolo. Sebbene l'insorgere della fatica e la concomitante riduzione della forza contrattile siano determinati anche dall'aumento di fosfati inorganici e ADP e contemporanea deplezione di ATP e PCr, è l'acidosi dovuta all'accumulo di ioni H^+ a giocare un ruolo primario. Durante un'attività fisica particolarmente intensa, come potrebbe essere un esercizio dinamico continuo protratto dai 20 ai 60 secondi, l'accumulo di lattato può raggiungere picchi limite di 40 mmol/L intracellulari e 25mmol/L

nel plasma, con conseguenti variazioni significative di pH (tab. 1). Tutte le discipline dello sprint fino ai 400 metri necessitano di un notevole coinvolgimento del sistema lattacido, per cui i livelli ematici di lattato dopo una gara di 200 m possono raggiungere le 20mmol per arrivare a 25mmol mediamente nei 400m. In questa tipologia di competizioni, la produzione massiccia di acido lattico avviene dopo alcuni secondi di gara all'interno delle fibre muscolari; l'acidosi che si instaura nel muscolo a seguito dell'accumulo di ioni H^+ , influenza il normale funzionamento dei miofilamenti ed il meccanismo eccitazione-contrazione degli stessi.

Per sforzi tali da indurre modificazioni di pH di 0.3-0.4 unità (fig. 2), la riduzione di forza non sembra essere significativa mentre se l'acidosi diventa più severa anche la forza subisce un declino apprezzabile; questa relazione sembra indicare che esista un margine di sicurezza oltre al quale la forza decresce rapidamente al pari della caduta del pH³. Determinate tipologie di esercizi intermittenti o dinamici continui di durata oltre i 30 secondi, come potrebbero i 400m piani o degli 800m, comportano un grado di acidosi tale da determinare una significativa riduzione della forza: questo suggerisce che gli ioni H^+ interagiscano con altri cambiamenti intracellulari nella determinazione dello stato di fatica e si verifica in maniera più significativa all'interno delle fibre fast, per via dell'elevato potere glicolitico anaerobio. L'equilibrio acido-base del plasma va a sua volta incontro a modificazioni in seguito all'esecuzione

Table I. Intramuscular pH (pH_m) values obtained at rest and after different exercise events

Exercise event	Typical pH_m value (range) ^a	References
Rest	7.0 (6.9–7.2)	12,21–23,43–52
Dynamic exercise – continuous		
10 sec sprint	6.94	45
20 sec sprint	6.82	45
30–60 sec sprint	6.7 (6.6–6.9)	46,49,52
1.5–11 min (maximal)	6.5 (6.3–6.9)	21–23,46,47
>60 min (submaximal) ^b	7.0 (6.95–7.05)	43,44
Dynamic exercise – intermittent		
20 min (all-out for 30–40 sec, repeated)	6.46	21
Static exercise		
>45 sec (60–100% MVC)	6.5 (6.4–6.9)	12,49–51

A $pH_m = -\log_{10}(H^+)_m$ (rilevato con biopsia di campioni omogenei del quadricipite o gastrocnemio a seguito di corsa o pedalata). L'intervallo è dato dai valori medi.

B Intensità dell'esercizio è di norma fra il 60–90% del picco di consumo di Ossigeno.

MVC = massima contrazione isometrica volontaria.

Tabella 1 - Meccanismo proposto per l'alterazione della performance muscolare durante l'acidosi intramuscolare.

Table II. Proposed mechanisms for impaired muscle performance with intramuscular acidosis

Mechanism
Contractile processes
Myofilament function
↓ maximum force ^a (↓ maximum cross-bridge cycling)
↓ Ca ²⁺ sensitivity (↓ Ca ²⁺ binding to troponin)
↓ maximum velocity of shortening (↓ myosin ATPase activity)
Excitation-contraction coupling
↓ Ca ²⁺ release by SR (↓ Ca ²⁺ release channel activity, ↓ charge movement)
↓ Ca ²⁺ uptake by SR (↓ calcium ATPase activity)
Metabolic processes
↓ free energy from ATP hydrolysis
↓ rate of glycolysis/glycogenolysis (↓ PFK, ↓ GP activities)
↓ rate of cAMP production
Other cellular processes
↑ K ^{ATP} channel conductance

Tabella 2 - Valori di pH (pH_m) intramuscolare ottenuti a riposo e a seguito di esercizio.

i esercizi ad alta intensità⁴; il pH del plasma può avere variazioni di 0.5 unità, scendendo da valori fisiologici di 7,4 a 6,9 sebbene a livello temporale occorra tener conto dei tempi necessari per la trasposizione degli ioni H⁺ dalle fibre al sangue e che l'accumulo di lattato a livello ematico av-

venga quindi a minuti di distanza dalla cessazione dell'esercizio fisico, quando la forza è in ripresa. Sebbene all'interno delle cellule vi siano variazioni di pH di ordine maggiore, reiterate alterazioni dei valori ematici del pH sport-indotte possono rivelarsi dannose per l'organismo.

Il pH e i sistemi tampone

Mediamente nello stato di salute il pH del sangue ha un valore di 7.4. Anche solo piccole variazioni di questo valore possono portare a severi disturbi del metabolismo portando a un pericolo per la vita. Per questo motivo esiste un sistema complesso di sostanze tampone (buffer) che hanno lo scopo di mantenere il pH tra i valori di 7.37 e 7.43. Queste sostanze legano e neutralizzano i protoni H⁺ o gli ioni idrossido OH⁻ che possono essere rispettivamente associati con un'acidità o un'alcalinità eccessiva con lo scopo di prevenire eccessive alterazioni metaboliche. *La capacità di adattamento del corpo è quindi strettamente correlata alla capacità di azione e di rigenerazione dei sistemi tampone.*

Oltre alle caratteristiche tampone del sangue e dei compartimenti intra ed extracellulari anche lo scambio di O₂ e CO₂ nei polmoni

e la funzionalità renale rivestono un ruolo essenziale nel sistema di regolazione.

Un sistema tampone di carattere fondamentale è quello del bicarbonato che regola costantemente il pH ematico; anche le proteine del sangue come l'emoglobina e i tamponi del fosfato funzionano da scavengers degli H⁺ e OH⁻ e contribuiscono allo stesso modo alla regolazione dell'equilibrio acido-base. L'elevata rapidità della risposta dei sistemi tampone produce una regolazione estremamente veloce e costante. Il prodotto intermedio della protonazione del bicarbonato è il diossido di carbonio viene generato dalla dissociazione dell'acido carbonico; esso viene espirato dai polmoni consentendo l'eliminazione degli ioni H⁺. La completa escrezione acida non può avere luogo però finché l'HCO₃ non viene rimosso.

Anche l'eliminazione della CO₂ a livello polmonare e i sistemi tampone del rene contribuiscono alla

riduzione dell'acidosi acuta.

Acidosi sistemica latente

A differenza delle manifestazioni cliniche dell'acidosi metabolica, che si manifesta con gravi conseguenze sistemiche, l'acidosi sistemica latente può essere riscontrata con molta frequenza. Generalmente si evidenzia solo un leggero abbassamento del pH ematico che però rientra nel range fisiologico e si riscontra una riduzione della capacità tampone dell'organismo.

Il termine "latente" si riferisce a una condizione cronica che non presenta sintomi acuti ed è rilevabile clinicamente solo determinando la capacità tampone intra ed extracellulare e l'escrezione acida renale.

La causa principale di questa shift verso una leggera acidificazione è rappresentata generalmente dall'elevato contenuto proteico negli alimenti⁵. Inoltre con il pro-



gredire dell'età avviene sia un rallentamento della funzionalità renale correlato ad una minor capacità di escrezione degli acidi⁶ che una riduzione della concentrazione di bicarbonato plasmatico. Il rene svolge un ruolo essenziale per compensare l'acidosi metabolica latente attraverso quattro meccanismi di adattamento:

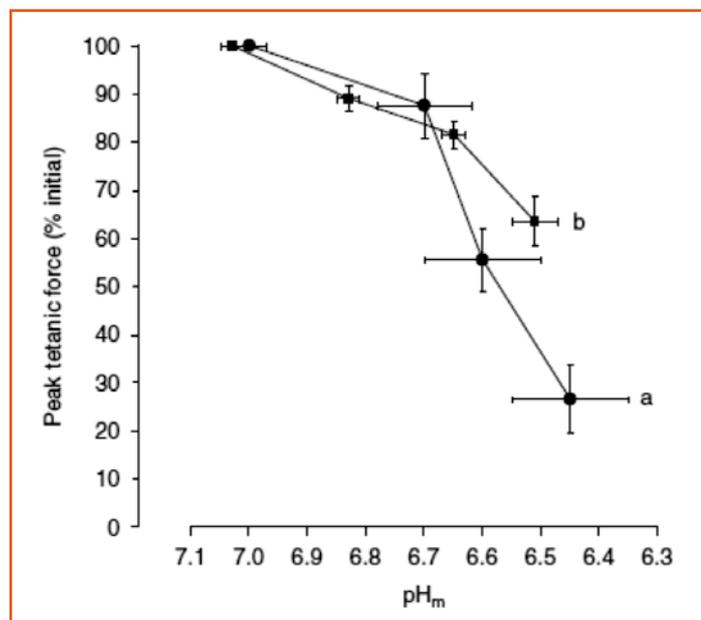


Figura 2 - Relazione fra il picco tetanico di forza ed il pH intramuscolare (pH_m) durante la fatica nel muscolo umano.

I punti sono valori medi ± deviazione standard.

(a) La fatica è stata indotta attraverso ripetute stimolazioni tetaniche (20Hz per 1.6sec per 100 contrazioni, con 1.6 sec di riposo fra le scariche) nel quadricipite (n=7), il pH_m intramuscolare determinato attraverso biopsia.

(b) Fatica indotta attraverso tre contrazioni massimali volontarie (15 sec l'una) del primo muscolo interosseo dorsale. Picco tetanico di forza evocato a 100Hz per 0,5 sec, pH_m misurato utilizzando risonanza magnetica nucleare (n=4).

Sia in a che in b l'afflusso di sangue al muscolo è stato occluso con un laccio.

- **AUMENTO DELL'ESCREZIONE DI IONI AMMONIO (NH₄⁺)**

Lo ione ammonio è il risultato della combinazione dell'ammoniaca (NH₃) con gli ioni H⁺ delle urine primarie. La formazione di questo composto impedisce la diffusione retrograda dei prodotti acidi favorendone quindi l'escrezione. NH₃ si forma nelle cellule tubulari a partire dalla glutammina e per questo motivo in caso di acidosi vi è un aumento di consumo sia di glutammina che poi degli altri amminoacidi azotati.

Per questo motivo l'acidosi genera un aumento della degradazione proteica muscolare attraverso la produzione di ubiquitina e proteasi C2-C3 nel sistema muscolare con corrispondente perdita di mioproteine.

- **AUMENTO DELLA SECREZIONE DI PROTONI (H⁺) NEI TUBULI RENALI**

Anche in condizioni di lievissima acidosi si modifica l'attività di scambio di ioni Na⁺/H⁺ a livello renale; per favorire l'escrezione degli ioni H⁺ avviene un riassorbimento di Na⁺.

- **RIDUZIONE DELL'ESCREZIONE DI CITRATO URINARIO**

Con l'acidosi aumenta il relativo riassorbimento di citrato dall'urina primaria per permettere l'eliminazione di 3 ioni H⁺ per ogni molecola di citrato riassorbita. Con la riduzione della concentrazione di citrato da origine ad un aumento di concentrazione urinaria di Ca²⁺ (data la sua impossibilità di complessarsi con il citrato).

- **AUMENTO DEL RILASCIO DI MINERALI DALL'OSSO**

L'acidosi porta a una rimozione dei minerali della matrice ossea e provoca un aumento dell'attività degli osteoclasti ed un'inibizione dell'attività degli osteoblasti dando origine ad una riduzione dell'integrità della struttura dell'osso.

Effetti dell'acidosi latente sulla mineralizzazione dell'osso

L'acidosi latente ha effetti sul metabolismo del calcio e dell'osso. L'acidosi porta in primo luogo all'esaurimento dei tamponi del sangue, poi di quelli intracellulari e a seguire a livello dell'osso con una successiva demineralizzazione ossea⁷.

Inoltre è stato riscontrato che la densità minerale ossea non è in alcun modo proporzionale all'apporto di calcio introdotto nella dieta; la sua assunzione tramite alimenti acidi, come ad esempio i latticini, alimenta la demineralizzazione ossea piuttosto che favorire l'incremento della densità⁸. Nella dieta un contenuto di alimenti con carattere basificante (come ad esempio frutta e verdura) è correlata ad una densità minerale ossea più elevata⁹⁻¹⁰. L'assunzione di elementi basificanti all'interno della dieta può aiutare a tamponare l'acidità sistemica riducendo l'escrezione renale di calcio e l'aumento di escrezione acida netta renale. L'acidosi metabolica lieve è stata associata ad un eccesso di cortisolo che a sua volta entra in relazione con le alterazioni del me-

tabolismo dell'osso. Gli alimenti di origine animale contengono sostanze che generano acidità, mentre le proteine degli alimenti di origine vegetale sono accompagnate da sostanze più basiche¹¹. Un esempio esemplare è dato dall'incidenza delle fratture dell'anca nelle popolazioni di diversi paesi che è direttamente correlata con il livello di consumo di proteine animali delle diverse culture¹². Tuttavia, gli ultimi studi con i bambini indicano che il consumo di proteine non è dannoso per la salute delle ossa in termini perché nei bambini l'assunzione di proteine nella dieta a lungo termine sembra agire anabolicamente sulla forza ossea diafisaria durante la crescita. Chiaramente gli effetti dell'acidificazione sistemica comportano demineralizzazione ossea anche nelle fasi di crescita, per questo minerali e alcalinizzanti vengono sempre più descritti come importanti nell'influenza dello stato osseo nei giovani¹³.

La ricerca dell'omeostasi da parte del corpo attraverso il mantenimento di un pH fisiologico e stabile spesso funziona sono a scapito del contenuto minerale dell'osso. L'acidosi latente provoca in primo luogo un rilascio fisico-chimico dei minerali generando una diminuzione del contenuto di sodio, potassio, carbonato e fosfato nell'osso.

In secondo luogo avviene l'assorbimento osseo da parte delle cellule con l'aumento dell'attività degli osteoclasti e l'inibizione degli osteoblasti¹⁴.

Sebbene l'acidosi latente indotta dalla dieta non produca grandi cambiamenti nel pH del san-



gue a causa dei meccanismi di compensazione del rene, questo fenomeno porta inevitabilmente al consumo di riserve di tampone endogeno e, quindi, principalmente a una perdita di sostanza ossea. Questo avviene in caso di eccesso di proteine animali e sostanze acidificanti e per una carenza di sostanze basificanti nella dieta.

Effetti dell'acidosi latente sulla funzione del tessuto connettivo

Lievi variazioni di pH possono generare dei cambiamenti delle caratteristiche fisico-chimiche dei proteoglicani, componenti ramificati proteina-saccaride del tessuto connettivo.

I proteoglicani contengono una moltitudine di gruppi funzionali carichi negativamente che consentono il legame delle molecole

d'acqua per garantire elasticità e flessibilità del connettivo.

L'acidosi latente riduce la carica negativa dei residui di solfato diminuendo la capacità di legare acqua; ciò comporta una ridotta elasticità e flessibilità intrinseca del tessuto.

A livello della cartilagine i proteoglicani con le molecole di acido ialuronico rappresentano una componente comprimibile grazie all'alta quantità di acqua¹⁵.

Anche in questo caso la capacità di legame delle proteine della matrice extracellulare all'acqua è strettamente dipendente dal pH. L'acidosi del liquido sinoviale riduce l'elasticità della cartilagine a causa dei ridotti legami con le molecole d'acqua.

Di conseguenza l'acidosi predispone all'usura delle cartilagini articolari a seguito di stress meccanici alimentando il circolo vizioso di deformazione e infiammazione¹⁶. Inoltre l'acidosi può compromettere il nutrimento del tessuto connettivo stesso riducendo il livello di filtrazione dei nutrienti.

Nell'atleta, l'acidosi frequente indotta dalla produzione di acido lattico (e quindi di idrogenioni) aumenta la suscettibilità ai traumi.

D'altra parte è stato evidenziato che *un'adeguata assunzione di elementi basici può avere un impatto positivo sulle prestazioni ritardando l'insorgenza dell'acidosi da lattato ma anche evitando danni strutturali¹⁷.*

È noto che l'ingestione alcalina di citrato di sodio potrebbe ridurre le concentrazioni di protoni plasmatici e migliorare la tolleranza all'acido lattico¹⁸⁻¹⁹.

Effetti dell'acidosi sistemica latente sul muscolo

A seguito del meccanismo di compenso renale per l'escrezione degli ioni H⁺ viene richiesta una maggior quantità di NH₃ a livello delle cellule tubulari. Tale richiesta viene soddisfatta attraverso la degradazione di mioproteine che forniscono il gruppo azotato per costituire lo ione ammonio. Risulta quindi fondamentale un apporto di proteine nella dieta ben calibrato; se una scarsità di proteine può limitare la strutturazione del muscolo, un apporto eccessivo può indurre acidosi e quindi perdita di proteine muscolari. Nello sportivo è opportuno avere cura che non vi sia un eccesso di integrazione proteica. Negli atleti che si allenano in discipline anaerobiche lattacide sarebbe addirittura appropriato limitare l'introito di proteine animali in prossimità delle sessioni lattacide.

Acidosi, fatica muscolare e sistemi tampone

È risaputo che l'accumulo di ioni idrogeno causa l'affaticamento durante l'esercizio ad alta intensità. Si ritiene che l'acidità contribuisca alla fatica a causa dei seguenti fattori:

- inibizione delle via glicolitica²⁰;
- inibizione del rilascio di calcio; dal reticolo sacroplasmatico e del suo legame con la tropina²¹
- riduzione della contrattilità delle fibre muscolari²².

Pertanto la tolleranza all'esercizio ad alta intensità può essere

limitata dalla capacità del corpo di contrastare l'abbassamento del pH nel muscolo e nel plasma mediante i sistemi tampone. È stato provato che la somministrazione di agenti alcalinizzanti può migliorare la tolleranza allo sforzo riducendo l'effetto acidificante della dissociazione dell'acido lattico. In particolare l'ingestione di bicarbonato o citrato di sodio ha avuto effetto positivo sulle prestazioni anaerobiche lattacide²³.

Gli alcalinizzanti potrebbero agire anche attraverso la stimolazione dei centri autonomici del SNC influenzando sia il controllo del movimento²⁴ che inducendo cambiamenti significativi nella risposta ormonale all'esercizio fisico²⁵. *È stato ampiamente discusso come l'ingestione di buffer come il bicarbonato di sodio possa diminuire il livello di acidosi durante l'esercizio e quindi ridurre il livello di fatica*²⁶. *In letteratura ci sono solo evidenze per quanto riguarda esercizi intensi della durata compresa tra 1 e 10 minuti o durante grandi acidosi*²⁷.

Il pH extracellulare influenza anche il flusso di cationi minerali attraverso le membrane cellulari. Sembra che vi sia una forte correlazione tra la concentrazione di protoni interstiziali e il rilascio di potassio dalle cellule muscolari durante l'esercizio poiché l'efflusso di potassio è regolato dai canali K dipendenti dalla tensione e dai canali KATP dipendenti dal pH. *L'efflusso e l'accumulo di potassio nell'interstizio non sono solo importanti per la funzione muscolare ma anche per lo sviluppo della fatica derivante dall'esercizio fisico.*

Le misurazioni della microdialisi hanno recentemente dimostrato che l'ingestione di citrato di sodio (300 mg / kg di peso corporeo) riduce l'acidosi interstiziale indotta dall'esercizio nel muscolo scheletrico umano.

Gli autori hanno anche dimostrato che questa riduzione della concentrazione di ioni H⁺ era associata ad un ridotto accumulo interstiziale di potassio durante l'attività muscolare²⁸. Questi risultati suggeriscono di conseguenza un ritardo nell'affaticamento muscolare e una prestazione muscolare sostenuta dall'ingestione alcalina di citrato di sodio prima dell'esercizio fisico.

Il ruolo dell'alimentazione

La dieta può contribuire all'acidosi metabolica di basso grado dal momento che i diversi alimenti, sulla base delle loro caratteristiche fisico-chimiche, possono influenzare il pH dell'organismo.

Nell'atleta che svolge sessioni lattacide nel suo programma di allenamento la cura di questo aspetto dell'alimentazione può essere determinante.

Una dieta equilibrata e ricca di alimenti alcalinizzanti può contribuire al mantenimento di un pH fisiologico neutro e quindi *risparmiare i sistemi tamponi necessari durante la performance lattacida.*

L'atleta inoltre è più predisposto allo sviluppo di acidosi sistemica latente sia per le variazioni di pH durante l'allenamento, sia per l'abbondante apporto proteico introdotto quotidianamente. *Bilanciare l'acidità organica me-*

diante l'assunzione di sostanze basiche (o riducendo l'apporto di quelle acidificanti) può prevenire le conseguenze sul sistema muscolo-scheletrico sovradescritte.

Fosforo e proteine (principalmente quelle contenenti amminoacidi solforati e cationici) rilasciano precursori acidi nel flusso sanguigno e sono quindi i fattori che contribuiscono maggiormente all'acidosi. Inoltre il cloruro di sodio (NaCl) può esercitare una gran parte dell'effetto acidificante della dieta ed è quindi considerato un predittore di acidosi metabolica di basso grado indotta dalla dieta²⁹. Gli alimenti precursori di basi, invece, sono potassio, magnesio e calcio. Pertanto gli alimenti acidificanti sono quelli di origine animale (ad eccezione di frutta secca e molti legumi) mentre quelli basicanti sono di origine vegetale. Il potere alcalinizzante del cibo è stato classificato tramite il Potential Renal Acid Load (PRAL) che è basato su una stima dei tassi di assorbimento dei nutrienti, sull'equilibrio ionico di calcio, magnesio e potassio e sulla dissociazione del fosfato a pH 7.4. Un PRAL molto negativo è indice di un alimento molto alcalinizzante³⁰.

Dalla stima della produzione endogena di acidi è possibile caratterizzare gli alimenti: carne, uova, fagioli, semi rilasciano molte componenti acide, frutta e verdura rilasciando molte componenti basiche. È fondamentale comporre i pasti al fine di raggiungere un bilancio complessivo neutro; in linea generale è possibile compensare l'acidità degli alimenti con porzioni abbondanti e varie di frutta e verdura.

Cibo	PRAL x 100g	PRAL x porzione
Riso bianco	1.7	1.3 (76.9 g)
Riso nero	5.2	8.1 (156 g)
Fiocchi d'avena	9.1	2.7 (30 g)
Granola	18.4	9.0 (48.8 g)
<i>Verdure</i>		
Zucca (cotta)	-1.9	-2.1 (108 g)
Zucchini (cotta)	-0.6	-0.6 (95 g)
Bietola (cruda)	-2.1	-1.2 (60 g)
Crescione (crudo)	-1.2	-0.1 (10 g)
Carciofo (cotto)	-0.5	-0.6 (120 g)
Lattuga	-3.2	-0.6 (18 g)
Patata dolce (cotta)	-1.8	-1.2 (70 g)
Patata (cotta)	-1.7	-1.2 (70 g)
Melanzana (cotta)	-0.9	-0.8 (90 g)
Barbabietola (cotta)	-2.8	-1.1 (40 g)
Barbabietola (cruda)	-5.4	-1.7 (32 g)
Broccolo (cotto)	0.8	0.2 (20 g)
Carota (cotta)	-1.6	-0.8 (50 g)
Carota (cruda)	-4.4	-1.6 (36 g)
Funghi shiitake (cotti)	-0.2	-0.3 (116 g)
Cavolo (crudo)	-2.6	-0.5 (20 g)
Cavolo (cotto)	-1.6	-0.3 (17 g)
Cavolfiore (cotto)	0.2	0.2 (100 g)
Spinaci (crudi)	-1.5	-0.8 (50 g)
Spinaci (cotti)	4	2 (50 g)
Cetriolo (crudo)	-2	-0.3 (15 g)
Peperone rosso (crudo)	-2.8	-0.7 (26 g)
Cavolo bianco (crudo)	-1.5	-0.3 (20 g)
Pomodoro	-1.8	-0.9 (50 g)
Rucola	-1.1	-0.2 (15 g)
Radicchio (crudo)	-4.7	-0.2 (5 g)
<i>Legumi</i>		
Piselli	4.2	1.3 (30 g)
Fagioli	1.5	1.2 (80 g)
Ceci	6.3	7.6 (120g)
Lenticchie	3.1	5.0 (160g)
<i>Noci</i>		
Mandorle	22.8	1.1 (5g)
Anacardi	23.5	9.4 (40 g)
Noci brasiliane	36.4	14.6 (40 g)
Noci	15.7	4.7 (30 g)
<i>Pesce e frutti di mare</i>		
Tonno fresco	21.7	30.4 (140 g)
Gamberetti (cotti)	21.1	23.2 (110 g)
Sgombro (cotto)	16.3	14.3 (88 g)
Aragosta	51.4	59.6 (116 g)
Ostrica	12.3	5.2 (42 g)
Salmone (crudo)	7.7	15.3 (198g)
Salmone (cotto)	9.9	15.3 (154g)
	32.1	27.0 (84g)

Cibo	PRAL x 100g	PRAL x porzione
<i>Carne</i>		
Roastbeef (cotto)	19.0	28.5 (150 g)
Filetto di manzo	21.4	32.1 (150 g)
Bistecca di fianco	13.9	17.1 (123 g)
Petto di pollo	19	34.9 (184 g)
Coscia di pollo (cotta)	14.2	7.1 (50 g)
<i>Frutta</i>		
Avocado	-2.4	-2.2 (90 g)
Melone	-3.6	-3.3 (90 g)
Anguria	-0.9	-1.8 (200 g)
Frutto della passione	-3.4	-1.5 (45 g)
Mango	-2.2	-1.3 (60 g)
Papaya	-1.1	-3.1 (270 g)
Mela	-1.8	-2.3 (130 g)
Lime	-0.4	-0.1 (29 g)
Lychee	-1.7	-0.3 (20 g)
Arancia	-1.6	-1.3 (80 g)
Kiwi	-3.2	-2.4 (76 g)
Ribes nero	-2.6	-1.1 (45 g)
Lampone	-0.6	-0.6 (90 g)
Albicocca	-3.5	-1.9 (35 g)
Mirtillo rosso	-0.9	-0.3 (44 g)
Ciliegia	-2.9	-1.8 (62 g)
Banana	-5.2	-4.2 (80 g)
Fragola	-2.2	-1.1 (48 g)
Ananas	-1.1	-0.8 (75 g)
Mora	-1.0	-0.4 (45 g)
Prugna	-10.1	-4.5 (45 g)
Mirtillo	-0.6	-1.1 (180 g)
Pesca	-1.5	-0.9 (60 g)
Melograno	-8.1	-22.9 (282 g)
Chura	-8.7	-12.2 (150 g)
Uva bianca	-2.4	-4.1 (170 g)
Uva rossa	-1.9	-3.3 (170 g)
<i>Prodotti lattiero caseari</i>		
Latte di vacca intero	3.6	8.7 (240 mL)
Latte di vacca parz. scremato	3.9	9.4 (240 mL)
Formaggio brie	16.8	13.5 (80 g)
Mozzarella	39.2	7.8 (20 g)
Parmigiano	56.7	8.5 (15 g)
<i>Uova</i>		
Uova (cotte)	10.4	4.7 (45 g)
<i>Bevande</i>		
Acqua di cocco	-6.1	-12.1 (200 mL)
Caffè	-2.3	-1.2 (50 mL)

Bibliografia

1. Green HJ. Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *Sports Sci* 1997; 15: 247-56.
2. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Lingering construct of lactic acidosis. *Am J Physiol* 2005; 289: R904-10.
3. Bogdanis GC, Nevill ME, Lakomy HKA, et al. Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 of maximal sprint exercise in humans. *Acta Physiol Scand* 1998; 163: 261-72.
4. Simeon P. Cairns, Lactic Acid and Exercise Performance: culprit or Friend? *Sports Med* 2006; 36 (4):279-291.
5. Frassetto L, Todd, KM, Morris RC, Sebastian A: Estimation of net endogenous non-carbonic acid production in humans from diet potassium and protein content. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 576-583.
6. Frassetto L, Morris RC, Sebastian A: Effect of age on blood acid-base composition in adult humans: role of age-related renal functional decline. *Am J Physiol* 1996; 271:F1114-F1122.
7. Lemann, J Jr, Litzow JR, Lennon EJ: The effects of chronic acid loads in normal man: Further evidence for the participation of bone mineral in the defense against chronic metabolic acidosis. *J Clin Invest* 1966; 45:1608-1614.
8. Tucker KL, Hannan MT, Chen H, Cupples LA, Wilson PW, Kiel DP: Potassium, magnesium, and fruit and vegetable intakes are associated with greater bone mineral density in elderly men and women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 727-736.
9. Marsh AG, Sanchez, TV, Michelsen O, Chaffee FL, Fagal, SM: Vegetarian lifestyle and bone mineral density. *Am J Clin Nutr* 1988; 48:837-841.
10. New SA, Bolton-Smith C, Grubb DA, Reid DM: Nutritional influences on bone mineral density: A cross-sectional study in premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1997; 65:1831-1839.
11. Sellmeyer DE, Stone KL, Sebastian A, Cummings SR: A high ratio of dietary animal to vegetable protein increases the rate of bone loss and the risk of fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2001; 73:118-122.
12. Frassetto LA, Todd KM, Morris RC Jr., Sebastian A: Worldwide incidence of hip fracture in elderly women: relation to consumption of animal and vegetable foods. *J Gerontol* 2000; 55A: M585-M592.
13. Alexy U, Remer T, Manz F, Neu CM, Schoenau E: Long-term protein intake and dietary potential renal acid load are associated with bone modeling and remodeling at the proximal radius in healthy children. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:1107-1114.
14. Frick KK, Bushinsky DA: Metabolic acidosis stimulates RANKL RNA expression in bone through a cyclo-oxygenase-dependent mechanism. *J Bone Miner Res* 2003; 18:1317-1325.
15. Garrett RH, Grisham CM: *Biochemistry*. Saunders College Publishing, Orlando, Florida 1995; 345-350.
16. Farr M, Garvey K, Bold AM, Kendall MJ, Bacon PA: Significance of the hydrogen ion concentration in synovial fluid in rheumatoid arthritis. *Clin Exp Rheumatol* 1985; 3:99-104.
17. Greenleaf JE, Looft-Wilson R, Wisherd JL, McKenzie MA, Jensen CD, Whittam JH: Preexercise hypervolemia and cycle ergometer endurance in men. *Biol Sport* 1997; 14:103-114.
18. Oopik V, Saaremets I, Medijainen L, Karelson K, Janson T, Timpmann S: Effects of sodium citrate ingestion before exercise on endurance performance in well trained college runners. *Br J Sports Med* 2003; 37:485-489.
19. Shave R, Whyte G, Siemann A, Doggart L: The effects of sodium citrate ingestion on 3,000-meter time-trial performance. *J Strength Cond Res* 2001; 15:230-234.
20. Sutton JR, Jones NL, Toews CJ. Effect of pH on muscle glycolysis during exercise. *Clin Sci* 1981; 61:331-8.
21. Fuchs F, Reddy Y, Briggs FN. The interaction of cations with the binding site of troponin. *Biochim Biophys Acta* 1969; 221:407-9.
22. Chase PB, Kushmerick M. Effect of pH on the contraction of rabbit fast and slow skeletal muscle fibres. *Biophys J* 1988; 53:935-46.
23. McNaughton L, Backx K, Palmer G, et al. Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high-intensity work. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80:333-6.
24. Meeusen R. Overtraining and the central nervous system. The missing link? In: Lehmann M, Foster C, Gastmann U, et al, eds. *Overload, performance incompetence, and regeneration in sport*. Dordrecht: Kluwer Academic/ Plenum Publishers, 1999: 187-202.

25. Bouissou P, Defer G, Guezennec CY, et al. Metabolic and blood catecholamine responses to exercise during alkalosis. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20:228-32.
26. Nielsen HB, Bredmose PP, Stromstad M et al. Bicarbonate attenuate arterial desaturation during maximal exercise in humans. *J Appl Physiol* 2002; 93:724-31.
27. Heigenhauser GJF, Jones NL. Bicarbonate loading. In: Lamb DR, Williams MH, editors. Vol 4. Perspectives in exercise science and sport medicine. Carmel (MI): Cooper Publishing Group, 1991: 183-207.
28. Street D, Nielsen JJ, Bangsbo J, Juel C: Metabolic alkalosis reduces exercise-induced acidosis and potassium accumulation in human skeletal muscle interstitium. *J Physiol* 2005; 566: 481-489.
29. Frassetto, L.A.; Morris, R.C., Jr.; Sebastian, A. Dietary sodium chloride intake independently predicts the degree of hyperchloremic metabolic acidosis in healthy humans consuming a net acid-producing diet. *Am. J. Physiol. Ren. Physiol.* 2007, 293, F521-F525.
30. Remer, T.; Manz, F. Estimation of the renal net acid excretion by adults consuming diets containing variable amounts of protein. *Am. J. Clin. Nutr.* 1994, 59, 1356-1361.
31. Paul B. Gastin, Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise, *Sports Med* 2001; 31 (10): 725-741.



Profilo biomeccanico della tecnica di passaggio dell'ostacolo di Sally Pearson

Milan Čoh, Nejc Bončina

Facoltà dello Sport, Università di Lubiana, Slovenia

Introduzione

Uno dei modelli biomeccanici del passaggio dell'ostacolo nei 100hs è basato sulla tecnica dell'atleta australiana Sally Pearson, una delle migliori ostacoliste mondiali nei 100hs. Il più grande successo della sua carriera è stata la vittoria della medaglia d'oro nei 100hs ai Giochi Olimpici di Londra nel 2012. Ha poi avuto molti altri successi, come la medaglia d'oro ai Campionati del Mondo di Daegu nel 2011, la medaglia d'oro ai Campionati del mondo del 2017 a Londra, la medaglia d'argento ai Giochi Olimpici di Beijing del 2008 e la medaglia d'argento ai Campionati del Mondo del 2013 a Mosca. Il suo record personale nei 100hs è 12.28 secondi, che è il sesto tempo più veloce nella storia della specialità. Tutti questi successi pongono Sally Pearson tra le atlete di punta dell'atletica moderna.

Le gare di ostacoli sono tra le gare più tecniche dell'atletica leggera. In base a studi precedenti (Schluter, 1981; Mero, Luhtanen, 1986; La Fortune, 1988; Glad, Bruggemann 1990; McDonald, Dapena, 1991; Dapena, 1991; McLean, 1994; Iskra, 1998; Ito, Togashi, Kampmiller, Slamka, Vanderka, 1999; Čoh, 2001; Blazeovich, 2013) la tecnica del passaggio dell'ostacolo è uno degli elementi chiave che de-

termina il risultato della gara. Da un punto di vista biomeccanico, i 100hs combinano la corsa di velocità ciclica e il passaggio aciclico dell'ostacolo di 10 ostacoli con un'un'altezza di 85 cm. L'atleta deve, perciò, avere un alto livello di capacità di sprint, un'eccezionale mobilità dell'articolazione dell'anca (flessibilità), forza veloce e un alto livello di padronanza tecnica. Durante il passaggio dell'ostacolo, la perdita di velocità orizzontale deve essere ridotta al minimo. Quest'abilità dipende da vari fattori, in particolare quelli che definiscono lo stacco prima dell'ostacolo, la traiettoria di movimento del CM (CM = centro di massa, baricentro) e l'atterraggio dopo la barriera (Ito, Togashi, 1997, Campmiller, Straw and Vanderka, 1999; Amritpal, Shamsheer 2015). Al fine di ottenere un passaggio dell'ostacolo razionale, il punto di stacco prima dell'ostacolo e il punto di atterraggio dopo la barriera sono essenziali. La corretta posizione di questi due punti determina la traiettoria di volo ottimale del CM, che si riflette sulla durata della fase di volo, che dovrebbe essere la più corta possibile (Schluter, 1981; Dapena, 1991). In aggiunta alla posizione corretta dei punti indicati, la struttura cinematico-dinamica dello stacco e dell'atterraggio influenza direttamente anche la velocità del passaggio dell'ostacolo (La Fortune, 1988; McLean, 1994). Lo scopo dello studio è stato quello di individuare e analizzare il modello biomeccanico del passaggio del sesto ostacolo in un'atleta di alto livello basato sull'analisi video tridimensionale dei parametri cinematici.

Protocollo di misurazione

È stata eseguita l'analisi biomeccanica della tecnica del passaggio dell'ostacolo del sesto ostacolo di Sally Pearson (25 anni, altezza 1.67 m, peso 60 kg, record personale 100 hs 12.28) allo stadio di atletica leggera Mladost in occasione della manifestazione internazionale IAAF World Challenge - Zagabria 2011, Croazia. Le condizioni climatiche erano ottimali; la temperatura esterna era 23 °C, la velocità del vento era - 0.4 m.s⁻¹. È stato ottenuto il permesso di effettuare misurazioni biomeccaniche dal Delegato Tecnico della Federazione Europea di Atletica e dal comitato organizzatore della manifestazione. La corsia nella zona del sesto ostacolo era coperta da due telecamere ad alta frequenza

CASIO-DIGITAL CAMERA EX-F1 (Casio Computer Co., Ltd., Tokyo, Japan), che erano interconnesse e sincronizzate. Le telecamere avevano una frequenza di 300 Hz con una risoluzione di 720 x 576 pixel. La zona del sesto ostacolo era stata calibrata con un quadro di misurazione di riferimento di 2 m x 2 m x 2 m, e sono stati considerati otto punti del quadro di calibrazione per l'analisi. Per l'elaborazione dei dati con l'analisi cinematica 3-D è stato usato il Sistema computerizzato APAS (Ariel Performance Analysis System- Sistema Ariel dell'Analisi di Prestazione). È stata eseguita la digitalizzazione del modello a 15 segmenti del corpo dell'atleta, che è stato definito usando 17 punti di riferimento (Winter, 2005).

Risultato dello studio

In base ai risultati dell'analisi biomeccanica (*tabella 1, figura 1*), l'atleta aveva una velocità media di 8.58 m/s al passaggio del sesto ostacolo. La lunghezza totale del passo è stata di 3.17 m. La distanza dall'ostacolo allo stacco è stata di 2.31 m cioè il 72.9% della lunghezza totale del passaggio.

La distanza dall'ostacolo all'atterraggio è stata 0.86 m, cioè rappresentava il 27.1% di tutto il passaggio sulla barriera. I punti di stacco e di atterraggio determinano una parabola di volo estremamente efficace del CM in relazione alla posizione dell'ostacolo. Durante il passaggio dell'ostacolo il punto più alto del baricentro (CM) era 0.35 m, mentre il punto più alto della parabola di volo era 1.16 m. La differenza tra il punto più basso TT, nella fase eccentrica dello stacco (0.96 m), prima dell'ostacolo e il punto più alto del CM nella fase di volo (1.16 m), era 0.20 m. La correttezza ed efficacia del passaggio dell'ostacolo risultano evidenti nella corta fase di volo, che era 0.31 s.

L'angolo di stacco nella fase concentrica dello stacco era 81.3°. L'altezza del CM nella fase frenante era 0.96 m e 1.03 m alla fine della fase propulsiva della spinta. La lunghezza del percorso del CM nell'asse Y – verticale era 0.07 m. Questi parametri hanno creato delle condizioni ottimali per lo sviluppo della velocità del CM durante lo stacco. La velocità orizzontale del TT nell'appoggio preparatorio all'attacco/spinta era 8.79 m/s, e 8.51 m/s alla fine dello stacco (*figura 2*). La velocità orizzontale

PARAMETRI	unità misura	r
Unità ritmica (5- 6 ostacolo)	m/s	8,58
<i>STACCO (fase frenante)</i>		
Velocità orizzontale del CM	m/s	8,76
Velocità verticale del CM	m/s	-0,46
Velocità risultante del CM	m/s	8,77
Altezza del CM	m	0,96
Distanza di stacco	m	2,31
<i>STACCO (fase di propulsione)</i>		
Velocità orizzontale del CM	m/s	8,51
Velocità verticale del CM	m/s	1,45
Velocità risultante del CM	m/s	8,63
Altezza del CM	m	1,03
Angolo di spinta	°	81,3
Tempo di contatto	s	0,10
<i>VOLO</i>		
Tempo di volo	s	0,31
Altezza del TT sopra l'ostacolo	m	0,25
Altezza massimale del CM	m	1,16
<i>ATTERRAGGIO (fase frenante)</i>		
Velocità orizzontale del CM	m/s	8,53
Velocità verticale del CM	m/s	-0,93
Velocità risultante del CM	m/s	8,58
Altezza del CM	m	1,08
Distanza all'atterraggio	m	0,86
<i>ATTERRAGGIO (fase propulsiva)</i>		
Velocità orizzontale del CM	m/s	8,37
Velocità verticale del CM	m/s	-1,03
Velocità risultante del CM	m/s	8,38
Altezza del CM	m	1,05
Tempo di contatto	s	0,09

Tabella 1 - Parametri cinematici del passaggio del sesto ostacolo (Sally Pearson, risultato della gara di 100 ostacoli 12.68) - IAAF World Challenge, Zagabria, 2011).

del CM era quindi diminuita di 0.28 m/s (3.2%) durante lo stacco. Un parametro importante era anche la velocità verticale del CM durante lo stacco, che era 1.47 m/s. Le velocità orizzontale e verticale del CM determina la velocità risultante dalla fase propulsiva all'ostacolo, che è stata misurata a 8.63 m /s con un angolo di 9.6 gradi.

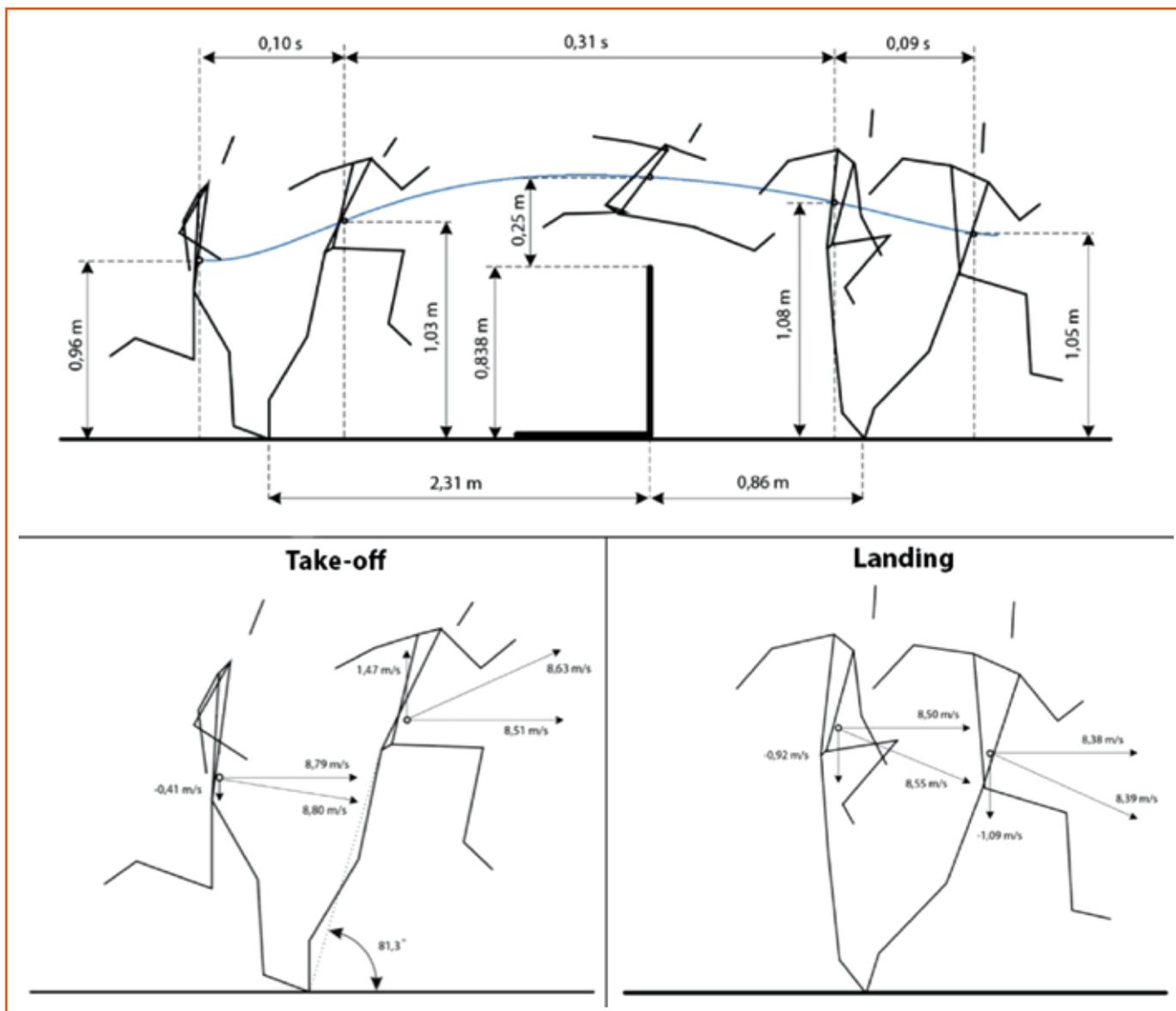


Figura 1 - Analisi biomeccanica del passaggio del sesto ostacolo (Sally Pearson, R: 12.68 s).

La transizione dal passaggio dell'ostacolo e lo sprint tra gli ostacoli dipende dalla fase di atterraggio. Nel caso di Sally Pearson, la velocità orizzontale del CM dopo il passaggio era 8.38 m/s, il che significa che al momento del passaggio dell'ostacolo, la velocità è diminuita di 0.13 m/s (1.5%). In base a studi precedenti (Mero, Luhtanen, 1986), questa misura rappresenta un calo molto ridotto della velocità nel passaggio dell'ostacolo ed è uno dei fattori tecnici decisivi che caratterizza quest'atleta di élite. Al momento del contatto iniziale, che segue il passaggio dell'ostacolo, l'altezza del CM era di 1.08 m. Du-

rante la fase di atterraggio l'altezza del CM è diminuita di 0.03 m, e al momento dello stacco l'altezza era 1.05 m. La piccola diminuzione nell'altezza del CM (2.8%) durante la fase di atterraggio e la breve durata di questa fase (0.09 s) indicano una transizione efficace e razionale nello sprint tra gli ostacoli. Per mantenere la velocità orizzontale dopo il passaggio dell'ostacolo, il tempo di contatto dell'atterraggio è un momento cruciale e deve durare meno di 100 ms (La Fortune, 1988; McLean, 1994). Oltre alla tecnica corretta della fase che segue il passaggio dell'ostacolo, sono importanti an-

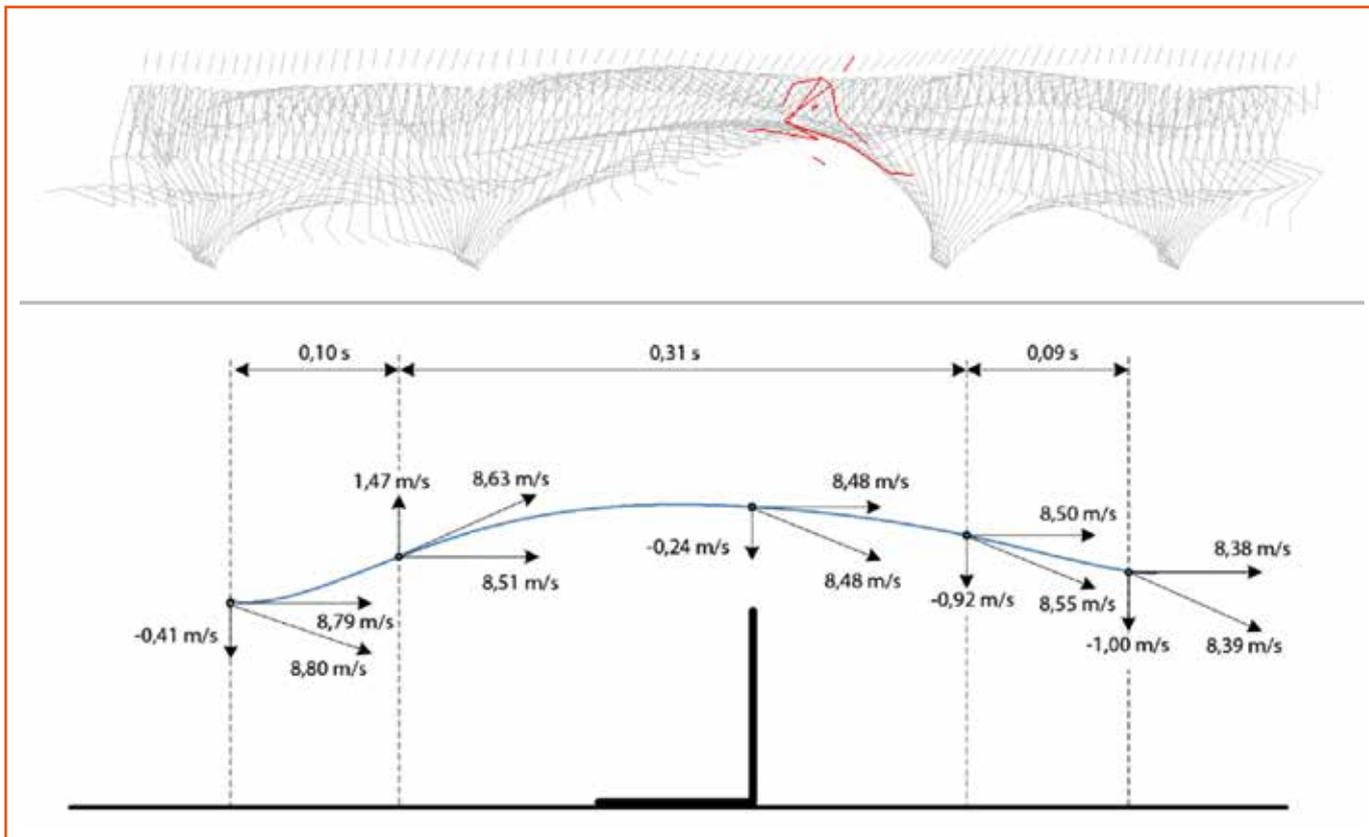


Figura 2 - Analisi della velocità del punto centrale del baricentro del corpo (CM) durante il passaggio del sesto ostacolo (Sally Pearson, R: 12.68 s)*.

* Software Pictorial grafici and graphics sono con il copyright di Stanko Štuhec.



che la capacità del sistema muscolare di resistere ad un allungamento rapido e la stiffness. La stiffness, come meccanismo neurale dell'attività del muscolo, dipende primariamente dalla preattivazione muscolare e dai riflessi: i riflessi tendinei miotatici e

del Golgi (Gollhofer, Kyrolainen, 1991). Dipendendo dalle caratteristiche biomeccaniche dell'appoggio in cui viene effettuato l'atterraggio, esso è caratterizzato da una stiffness elastica a corto raggio, in cui si produce una risposta immediata meccanica

del muscolo attivato per la contrazione eccentrica al momento dell'atterraggio. I parametri menzionati prima, in particolare, il breve tempo di contatto dell'appoggio di atterraggio (90 millisecondi) dopo il passaggio dell'ostacolo e la diminuzione estremamente ridotta della velocità orizzontale, dopo aver passato la barriera, indicano una tecnica sull'ostacolo efficace e biomeccanicamente razionale.

Conclusioni

Il presente studio ha esaminato l'efficacia della tecnica del passaggio dell'ostacolo di Sally Pearson, la vincitrice alle Olimpiadi nei 100hs, usando una tecnologia diagnostica moderna per l'analisi biomeccanica.

L'analisi tecnica ha evidenziato le piccole differenze tra l'altezza del CM e l'altezza sull'ostacolo al momento del passaggio dell'ostacolo e la riduzione eccezionalmente ridotta della velocità nella fase di transizione dal passaggio dell'ostacolo alla corsa tra le barriere.

Le fasi di contatto prima e dopo il passaggio dell'ostacolo sono state estremamente brevi, indicando la notevole capacità dell'atleta di una forza reattiva.

Questa forza reattiva crea le condizioni per mantenere un'alta velocità di sprint tra gli ostacoli, aspetto che ha contribuito a far ottenere a quest'atleta i successi a livello mondiale nella gara dei 100 hs e l'ha fatta diventare una delle migliori atlete nella storia di questa specialità e dell'atletica leggera.

Bibliografia

1. Amritpal, S., Shamsheer, S. (2015). Relationship Among the Technique of Hurdle Clearance Over the Different Hurdles in 110m Race. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Vol. 4 (10): 1591-1594.
2. Blazeovich, A. (2013). *Sports biomechanics: the basics: Optimising human performance*. A&C Black.
3. Čoh, M. (2001). Biomehanika atletike. Fakulteta za šport, Ljubljana
4. Dapena, J. (1991). Hurdle clearance technique. *Track and Field. Quart. Rev.*, 116 (3): 710-712.
5. Gollhofer, A., Kyrolainen, H. (1991). Neuromuscular control of the human leg extensor muscles in jump exercises under various stretch-load conditions. *IJSM*, 12: 34-40.
6. Grimshaw, P.: A kinematic analysis of sprint hurdles training strategies (isolation drills), *Athletic Coach*, 29 (4): 24-28.
7. Iskra, J. (1998). Bieg przez plotki - Teoretyczne podstawy i praktyczne rozwiązania treningowe. AWF Katowice, p. 334.
8. Jarver, J. (1997). *The hurdles - Contemporary theory, technique and training*. El Camino Real: Tafnews Press, p.131.
9. Kampmiller, T., Slamka, M., Vanderka, M. (1991). Comparative biomechanical analysis of 110 m hurdles of Igor Kovač and Peter Nedelicky. *Kinesiologia Slovenica*, 1-2: 26-30.
10. La Fortune, M. (1988). Biomechanical analysis of 110 m hurdles. *Track and Field News*, 105: 3355-3365.
11. McFarlane B. (1994). Hurdles: a basic and advanced technical model. *Track Technique*, 128 (1): 4073-4079.
12. McLean, B. (1994). The biomechanics of hurdling: Force plate analysis to assess hurdling technique. *New Studies in Athletics*, 4: 55-58.
13. McDonald, C., Dapena, J. (1991). Linear kinematics of the men's and woman's hurdles races. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 23 (12): 1382-1402.
14. Mero, A., Luhtanen, P. (1986). Biomechanische Untersuchung des Hurdenlaufs während der Weltmeisterschaften in Helsinki. *Leistungssport*, 1: 42-43.
15. Salo, A., Grimshaw N. (1995). An examination of kinematic variability of motion analysis in sprint hurdles. *Journal of Applied Biomechanics*, 14: 211-222.
16. Salo, A., Grimshaw P. (1997). 3 - D biomechanical analysis of sprint hurdles at different competitive level, *MSS* 29 (2): 231-237.
17. Schluter, W. (1981). Kinematische Merkmale der 110-m Hurdentechnik. *Leistungssport*, 2: 118-127.
18. Winter, D. (2005). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. Canada: John Wiley and Sons. Inc.
19. <http://wp.cune.org/jennysuing/files/2015/01/Biomechanical-Analysis-of-Hurdling-.pdf>
20. <https://tandsbiomechanicsofhurdling.blogspot.com/>

S

2019/2-3
metodologia
tecnica e prestazione

Confronto tra il principio fisico del rimbalzo del corpo rigido e lo stacco del salto in alto

Nuove tendenze nella specialità del Fosbury degli anni 2000

Stefano Giardi

Tecnico di IV livello europeo

Introduzione

Lo stile di salto nel corso degli ultimi decenni (1980-2016) ha presentato molti differenti esponenti con tecnica improntata alla forza o alla velocità o in ugual misura ad entrambe, sempre con risultati importanti ai massimi livelli mondiali. In sostanza anche se attualmente alcuni saltatori hanno evidenziato tecniche di salto molto dinamiche, in verità esponenti di tale scuola ci sono stati anche in altre epoche, anche se generalmente non sono mai stati in numero superiore ai saltatori con le altre caratteristiche. In ogni caso questo PW non intende classificare i periodi e le tendenze per ciascuno di essi, bensì ha l'obiettivo di classificare i vari salti o saltatori secondo le caratteristiche tecniche evidenziate dai parametri biomeccanici pubblicati o ricavati da video analisi. Infatti in questa ri-



cerca abbiamo analizzato alcuni parametri biomeccanici in tutti i soggetti di cui abbiamo trovato una bibliografia sufficiente per valutare la loro tecnica e classificarla, senza poter però esprimere una vera tendenza di periodo ma estrapolare parametri medi dei vari campioni analizzati per caratteristiche omogenee, i forti, i veloci e i forti con velocità. Tutto questo verrà analizzato nel confronto dei dati raccolti da varie fonti bibliografiche, ma soprattutto ci rimanda alla considerazione iniziale ovvero quanto si discosta il salto in alto di oggi e di ieri, dal rimbalzo di un corpo rigido che abbia una struttura simile a quella del saltatore, ovvero stessa altezza totale e altezza del baricentro.

Alla fine dell'analisi dei Modelli biomeccanici del rimbalzo del corpo rigido, sarà considerata la differenza tra il modello teorico e il modello di salto, ovviamente influenzato dall'incidenza delle deformazioni del corpo che producono una perdita di efficienza nel gesto biomeccanico. Si parla delle deformazioni che l'arto di stacco necessariamente presenta per la sua struttura ossea e muscolo-tendinea, a livello della caviglia, del ginocchio e dell'anca, che verranno valutate in un'analisi statistica sulla base di alcuni parametri evidenziati nei modelli presentati.

Vedremo che i soggetti con minor deformazione riescono a mantenere un più alto coefficiente di conversione della velocità orizzontale in velocità verticale, ricorrendo più o meno al caricamento degli

angoli al ginocchio. Naturalmente il comportamento di ciascun atleta è e rimane personale, secondo le caratteristiche peculiari del soggetto, ricorrendo a tutte le caratteristiche biomeccaniche fondamentali in modo totalmente personale, pur nella consapevolezza che l'obbiettivo per tutti è la produzione della maggior energia cinetica possibile e quindi della maggiore velocità verticale possibile.

L'analisi cinematica

In Fisica per la legge della Conservazione dell'energia Meccanica l'altezza h , che deve raggiungere il centro di massa di un corpo, richiede una determinata velocità verticale v , uguale per qualsiasi corpo, che dipende solo dalla distanza da coprire, ovvero la differenza tra l'altezza del CdM allo stacco e l'altezza di arrivo. Questa prima valutazione tiene conto della sola componente verticale del vettore velocità a cui è sottoposto il corpo lanciato verso l'alto. Naturalmente, nel caso di un salto completamente verticale, questa componente corrisponde perfettamente al vettore velocità applicato all'atleta. D'altra parte lo stacco del salto in alto è un volo con 2 componenti per il suo Vettore Velocità, una verticale e una orizzontale; ovviamente il salto è un gesto tridimensionale, ma lo studio della traiettoria del centro di massa è semplicemente un arco di parabola, e quindi situata su un piano, ovvero su 2 dimensioni.

Fatto salvo il ruolo del vettore orizzontale, che sposta il corpo verso il materasso, dal punto di stacco al punto di caduta sul saccone, e del quale valuteremo poi la correlazione con la velocità di entrata nella rincorsa, limitiamo la nostra attenzione al vettore della componente verticale della velocità. Analizzando questa componente andiamo a valutare la capacità di elevazione del corpo, che parte da una precisa posizione di stacco con il centro di massa ad un'altezza H_1 , e lo porta con il salto ad un'altezza H_2 , al di sopra dell'asticella fissa per il salto.

Per la legge di conservazione dell'Energia Totale si può scrivere:

$$(1.0) \quad \Delta H.M.G = 1/2 M V_0^2$$

$$(1.1) \quad h(t) = h_1 + V_0 \cdot t - 1/2 G t^2$$

Equazione della parabola del moto, con V_0 velocità iniziale e con $T^* = V_0/G$ istante di massima altezza della parabola (ascissa del vertice della parabola). Sostituendo V_0 e T^* trovo nella (1.0)

$$(2) \quad \Delta H = H_2 - H_1 = 1/2 G \cdot T^{*2} \text{ che scritta in funzione di } V_0 \text{ vale:}$$

$$(3) \quad \Delta H = H_2 - H_1 = 1/2 V_0^2 / G$$

con ΔH si indica la differenza di quota tra H_1 CdM e $H_2 = h(t^*)$ massima altezza all'istante.

$T^* = V_0/G$ e dove $V_0 =$ Velocità verticale allo stacco (take off).

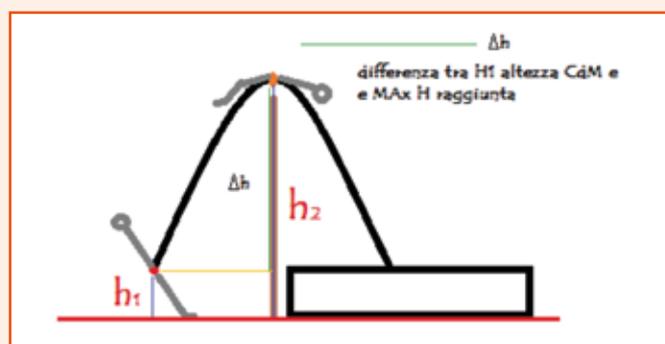


Figura 1

Dall'equazione (1) si ricavano la differenza di quota in funzione della V_0 velocità iniziale verticale e del tempo di ascesa del baricentro dell'atleta, dall'istante iniziale $T_0 = 0$ all'istante di picco T^* .

Perciò se conosco il tempo intercorso tra lo stacco ($t = 0$) e il tempo t^* di raggiungimento del picco di altezza (vertice della parabola di volo) posso ricavare dalla (2)

$V_0 = T \cdot G$ ovvero la velocità verticale del CdM allo stacco.

Ecco alcuni esempi:

Anna Pau in un salto a 1,65 parte da un'altezza del trocantere dx ad $h_1 = 1,05$ m.

Dopo un $T^* = 0,358$ sec. istante della parabola di volo si ricava

$$V_0 = 0,358 \cdot 9,81 = 3,51 \text{ m/sec.}$$

Da tale velocità si ricava $H_2 = 1/2 V_0^2 / g = 0,628$ m che porta la somma $H_1 + H_2 = H_3 = 1,678$ ovvero un differenziale tra G e asticella di 2,78 cm.

Istante Stacco con $H1 = 1,05$ e $H = 1,65$ 

Istante di massima altezza di volo

Figura 2

ESEMPIO DAI DATI BIOMECCANICI DEL 2007 IAAF

Dalla tabella 1 tratta da New studies in Athletics n° 2/2008, si leggono i dati biomeccanici del volo, ovvero l'altezza del CG. Se prendiamo uno dei tre atleti, es. Thomas, e calcoliamo la sua Velocità verticale a partire dai dati della tabella 1 abbiamo per la legge della Conservazione dell'energia Totale $M g \Delta H = \frac{1}{2} M V_o^2$

Pertanto $V_o = \sqrt{2g \Delta H} = 2 \times 9,81 \times 1,10 = 4,64$ m/s che è esattamente il valore riportato in tabella 2. Se volessimo sapere a che istante il CM giunge al vertice della parabola allora

$$T^* = V_o/g = 4,64/9,81 = 0,472 \text{ s}$$

Questo per mostrare come tutti questi dati biomeccanici sono derivabili a partire da determinate rilevazioni di analisi del salto.

name	height (m)	weight (kg)	result (m)	max CG height (m)	H1 (m)	H2 (m)	H3 (m)	take-off time (s)
Thomas	1,90	75	2,35	2,49	1,40	1,10	-0,14	0,180
Rybakov	1,98	82	2,35	2,46	1,45	1,01	-0,11	0,192
Ioannou	1,93	60	2,35	2,38	1,40	0,98	-0,03	0,148

Tabella 1 - Elementi descrittivi della prestazione.

Name	Horizontal			Vertical			Projection angle (deg)
	Last stride on	Take-off on off		Last stride on	Take-off on off		
Thomas	7.73	7.87	3.82	-0.47	-0.11	4.64	50.9
Rybakov	7.41	7.57	3.66	-1.01	-0.10	4.45	50.6
Ioannou	7.75	7.61	3.80	-0.62	0.09	4.38	49.0

Tabella 2 - Velocità del C.M e angolo di proiezione.

Il modello fisico del salto di un corpo rigido

Lo studio del salto della bacchetta che supera l'asticella ad una determinata altezza può essere modellizzato a partire da 2 tipi di arresto dai quali la bacchetta può ricevere una velocità verticale sufficiente a elevarsi, ed eventualmente a superare l'asticella, attraverso il contributo di un solo tipo di arresto o da una combinazione dei 2 come avviene nel salto in alto vero e proprio. Il primo modello che studieremo sarà il rimbalzo da impatto orizzontale, ovvero lo stop della bacchetta che letteralmente scorre con un'inclinazione di un angolo (alfa) sul terreno fino ad arrestarsi con un impatto improvviso contro un fermo, e avviare il suo volo verso l'alto superando l'asticella ad una determinata altezza. Il secondo modello che andremo a studiare sarà il rimbalzo della bacchetta che impatterà contro il terreno lanciata con un angolo (alfa) e una determinata velocità, conseguenza della caduta del Centro di massa nel volo dell'ultimo passo. E analizzeremo la velocità di uscita della bacchetta che causerà il volo del corpo rigido al di sopra dell'asticella.

MODELLO 1

BACCHETTA CHE SCORRE SUL TERRENO CON UN'INCLINAZIONE DI UN ANGOLO ALFA E UNA VELOCITÀ COSTANTE, ARRESTANDOSI CONTRO UN FERMO POSTO A TERRA

PRIMA FASE TRASLATORIA

Il modello che abbiamo scelto suppone che la velocità di arrivo sia costante e pari alla velocità che il saltatore realizza nell'ultimo passo prima dello stacco



co (impatto) e si considera il momento dello stacco come l'intervento di un fermo all'avanzamento orizzontale del saltatore/bacchetta.

PREMESSA

Nel modello supposto per poter ripresentare le caratteristiche della rincorsa del Saltatore si devono fare alcune premesse. La posizione della bacchetta inclinata costante con un angolo $\alpha < 90^\circ$ lo si può ottenere immaginando un Campo Elettrico applicato sulla nostra bacchetta dotata di una carica elettrica fino al momento dell'impatto (istante in cui il C.E. si esaurisce), capace di bilanciare la forza peso e inoltre di annullare i momenti delle Forze Attive e Forze Reattive calcolati rispetto al polo O. Se in tali condizioni il moto presenta una velocità iniziale V_0 e una Velocità Angolare iniziale uguale a "ZERO", allora si può parlare di MOTO puramente TRASLATORIO della bacchetta con velocità V_0 .

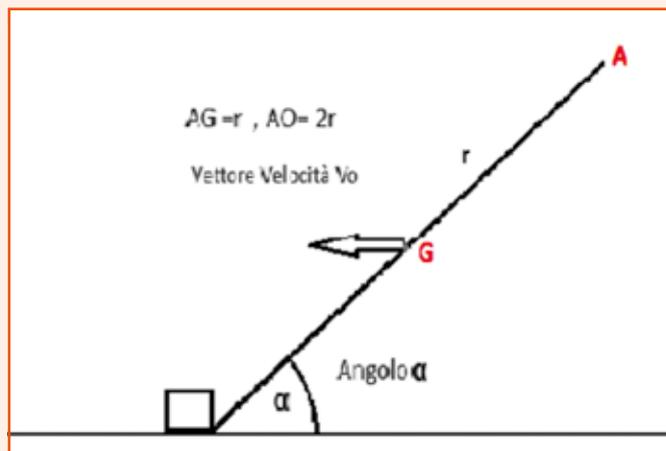


Figura 3 - Bacchetta che impatta su un fermo con velocità iniziale V_0 .

È evidente che per mantenere un corpo in posizione inclinata per un tratto di percorso a velocità Costante V_0 di moto puramente traslatorio, dobbiamo supporre l'esistenza di forze per cui valgono le seguenti 2 equazioni con la condizione iniziale ω_0 uguale a "ZERO".

Le seguenti sono le Equazioni Fondamentali del Moto del corpo rigido:

$$(1) \quad \underline{R} + \underline{\phi} = M \cdot \underline{a}_G \text{ equivalente di } \underline{F} = M \cdot \underline{a}$$

Poi l'equazione dei Momenti

$$(1^*) \quad M \omega + \psi_0 = \dot{K}_0 \text{ con } \dot{K} \text{ derivata del Momento della Quantità di Moto}$$

Se vale la seguente, per quanto supposto precedentemente sul moto traslatorio della bacchetta,

$$(1) \quad 0 = (\underline{R} + \underline{\phi}) = \dot{\underline{Q}} = M \cdot \underline{a}_G \text{ allora } \underline{a}_G = 0$$

con \underline{R} (insieme delle forze attive); $\underline{\phi}$ (insieme delle forze reattive)

\underline{Q} (quantità di moto), e M (massa della bacchetta) e \underline{a}_G (accelerazione del Baricentro G).

Con \underline{M}_O e $\underline{\psi}_O$ rispettivamente i momenti delle forze attive e reattive si scrive l'equazione dei momenti:

$$(1.1) \quad (\underline{M}_O + \underline{\psi}_O) = \dot{\underline{K}}_O$$

Ma poiché abbiamo supposto, affinché il moto sia traslatorio $(\underline{M}_G + \underline{\psi}_G) = 0 \Rightarrow \dot{\underline{K}}_G = 0$

ma nella sua *espressione rotatoria* la derivata del momento della \underline{Q} vale

$$\dot{\underline{K}}_G = I \cdot \dot{\underline{\omega}} \Rightarrow \underline{\omega} = \text{Costante,}$$

con \underline{M}_G e $\underline{\psi}_G$ rispettivamente i momenti delle forze attive e reattive rispetto a G

\underline{K}_G il momento della quantità di moto, il momento d'inerzia del corpo e $\underline{\omega}$ la derivata della velocità angolare.

Si ricorda che abbiamo supposto l'esistenza di un Campo Elettrico attivo fino al momento dell'impatto, che durante la fase traslatoria permette alla bacchetta di traslare senza cadere, fino al momento dell'impatto. All'istante dell'impatto la Forza esterna supposta del Campo elettrico svanisce e la bacchetta affronta la seconda fase solo con la velocità di entrata.

L'Equazione del Momento della quantità di moto della bacchetta rispetto al polo O , \underline{K}_O , scelto appositamente nell'estremo della bacchetta che scorre sul terreno, si definisce:

$\underline{K}_O = \underline{OG} \times M \underline{V}_G$ (prodotto vettoriale) con M (massa del corpo), \underline{V}_G (velocità del C.d.G)

e B è il braccio d'azione definito come $OG \sin \alpha$, cioè la distanza della retta d'azione del vettore \underline{V}_G dal polo O , e quindi:

$\underline{K}_O = M \underline{V}_G \cdot r \sin \alpha$ dove $2r$ è la lunghezza della barretta, r la distanza di G da O .

Questa espressione del momento della quantità di moto la possiamo scrivere sempre, ma è inessenziale al fine del moto traslatorio, mentre diviene fon-

damentale per la fase rotatoria. Quando la bacchetta interrompe istantaneamente il suo moto traslatorio, impattando contro il fermo, inizia la fase 2, ovvero quella rotatoria.

SECONDA FASE ROTATORIA

Dal momento in cui la bacchetta impatta contro il fermo, inizia la sua rotazione verso alto avanti, e vale la *conservazione del momento della quantità di moto*. È chiaro come dalle prossime equazioni sia facile ricavare la ω velocità angolare e la conseguente energia cinetica totale, che però non è tutta diretta verso l'alto; ma a noi interessa conoscere la componente verticale della velocità del baricentro, per determinare il contributo dell'energia al volo verticale. Pertanto adesso vale:

$K = I \underline{\omega}$ per tutta la durata dell'impatto

Da cui discende per le affermazioni precedenti che

$$M \underline{V}_G \times \underline{GO} = I \underline{\omega}$$

Che diventa $MVG \cdot GO \cdot \sin \alpha = I \omega$ (4).

Ma l'espressione di I momento d'inerzia rispetto al suo asse di rotazione vale quanto segue:

$I = 1/3 M r^2$ dove r è la lunghezza del corpo che ruota e M è la sua massa.

OSSERVAZIONE

Si ricordi che il momento d'inerzia è una grandezza che dipende dalla massa totale e dalla forma del corpo, cioè come la massa è distribuita rispetto all'asse.



A questo punto abbiamo tutte le espressioni da sostituire nella Formula (4) e trovare l'espressione di VG in funzione di Vo e dell'angolo α (nella fase traslatoria V_G vale Vo come ogni punto della Bacchetta, mentre nella fase traslatoria $\omega = V_G/r$).

M Vo . GO . sen $\alpha = 1/3 M L^2 \omega$ con GO = r supposto la bacchetta di lunghezza L=2r

E quindi si ottiene $Vo \cdot r \cdot \text{sen } \alpha = 1/3 (2r)^2 \cdot VG / r$

$$\Rightarrow V_G = 3/4 Vo \text{ sen } \alpha \quad (5)$$

che avrà la sua componente verticale e orizzontale

$$\text{Orizzontale} \quad V_x = 3/4 Vo \text{ sen}^2 \alpha \quad (6)$$

$$\text{Verticale} \quad V_y = 3/4 Vo \text{ sen } \alpha \text{ cos } \alpha \quad (7)$$

A questo punto avviene il rilascio dal suolo, ovvero lo stacco, e il moto diviene di tipo roto-traslatorio e lo studio del moto del Centro di Massa è quello di un volo libero di un proiettile lanciato con V_{Go} e Angolo α' .

TERZA FASE ROTO-TRASLATORIA

Studio del moto del centro di massa G, volo libero di un proiettile lanciato con Velocità V_{Go} e angolo α'

Il moto del Baricentro della Bacchetta nella terza e ultima fase, il volo, riprende il concetto cinematico proposto all'inizio. Ma partiamo dalla legge che regola il moto del punto materiale, come noi ora stiamo studiando G.

$F = m \cdot a$ legge di Newton, nel nostro caso $F = m \cdot g$ forza peso

da cui si scrive l'equazione con le coordinate verticali del punto indicate con z(t) e con $\dot{z}(t)$ derivata prima (Velocità) e $\ddot{z}(t)$ derivata seconda (accelerazione)

$$F = m \cdot \ddot{z}(t) \Rightarrow \ddot{z}(t) \cdot m = -m g \Rightarrow \ddot{z}(t) = -g \quad (1a)$$

Integrando per 2 volte la (1a) si ottiene:

$$\dot{z}(t) = gt \text{ e poi } z(t) = - \frac{1}{2} gt^2 \quad (2a)$$

il segno meno perché il vettore F forza peso ha il verso rivolto in basso.

L'equazione del moto lungo l'asse verticale del nostro punto è descritta dalla 2a. Se però il nostro

Baricentro G, come nel caso della bacchetta, viene lanciato con una velocità V_{Go} e soprattutto parte da una quota h1 pari a zo, la 2a si riscrive come:

$$z(t) = z_0 + v_{Go} \cdot t - 1/2 g t^2 \quad (3a)$$

se qui sostituisco i valori di Zo e V_{Go} sono in grado trovare istante per istante la quota di G.

Se considero poi

$z(t) - h1 = v_0 \cdot t - 1/2 g t^2$ e poniamo $z(t) = H2$ altezza finale e sostituisco a $t = t^*$ con $T^* = Vo/g$ si trova

$$H2 - H1 = Vo \cdot Vo/g - \frac{1}{2} g Vo^2/g^2 \quad H1 - H2 = 1/2 \cdot Vo^2/g \quad (5)$$

dove la (5) altro non è che la (3) del primo paragrafo dell'analisi cinematica.

A questo punto è conclusa la prima parte, quella che comporta il contributo allo stacco del saltatore da parte dell'impatto improvviso, o arresto improvviso, come avviene per la bacchetta in questo primo modello.

Considerazioni tecniche

Dalle equazioni che riscrivono matematicamente questo modello di salto, si evincono alcune prime considerazioni tecniche sullo stacco.

1. L'importanza dell'inclinazione di angolo α sul piano sagittale da parte del saltatore, nel senso che la maggior inclinazione comporta maggior velocità di entrata, ma garantisce anche maggior componente verticale al rilascio. Si tenga conto che per inclinazione si intende la retta che passa per il punto di stacco e il baricentro; ma nel caso di un saltatore il baricentro si sposta in avanti se l'atleta "spezza" il suo allineamento con il busto verso l'asticella; questo atteggiamento, sposta G verso avanti e raddrizza la retta per G e il punto A di contatto allo stacco.
2. La fase 2, ovvero l'impatto e l'inizio della rotazione, ci dicono anche che la componente verticale della velocità di G allo stacco è tanto maggiore tanto minore è l'avanzamento della bacchetta, ovvero tanto minore è il tempo di stacco. Detto più semplicemente, chi si stacca prima

dal suolo, avrà una parabola più verticale, quindi tempi più brevi nello stacco permettono di ricevere una velocità verticale maggiore. È altresì chiaro come tutto ciò che allunga i tempi di contatto (deformazioni alle articolazioni del ginocchio/caviglia), ritarda il raddrizzamento diminuendo tale contributo.

3. Il piegamento al ginocchio dovuto alla deflessione allo stacco determina una riduzione del raggio r , distanza del CM dal polo di rotazione che sostituisce nell'espressione di

$$\omega = \frac{3}{4} \cdot (V_0/r) \cdot \sin \alpha$$

aumenta di valore, aumentando la rotazione verso avanti della gamba, con anticipo del raddrizzamento del corpo dell'atleta.

MODELLO 2

BACCHETTA CHE SI SPOSTA CON VELOCITÀ ORIZZONTALE V_0 MA CON SPOSTAMENTO NON LINEARE MA RIMBALZANTE DA ALTEZZE COMPATIBILI CON L'ALTEZZA DEL BARICENTRO NEI PASSI DI RINCORSA

La seconda trattazione considera l'arrivo della bacchetta a terra da una certa quota, che determina un rimbalzo come conseguenza dell'impatto. In questo caso è determinante la quota da cui la bacchetta cade sul suolo per determinare l'energia che si trasforma nel rimbalzo come velocità verticale.

Per l'Equazione generale della conservazione dell'Energia vale:

$$(2.0) \quad Mgh = \frac{1}{2} Mv^2$$

Supponendo la discesa del G baricentro del sistema da un'altezza di $H = 5$ cm. Nell'ultimo passo prima dell'impatto allo stacco si produrrà una velocità verticale

$$2.1 \quad VG = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,05} = \sqrt{0,981} = 0,99 \text{ m/s}$$

In sostanza il contributo dell'energia di rimbalzo produce un contributo di velocità verticale di 0,99 m/s che si somma a quella prodotta dall'impatto traslatorio.

Se si parlasse di solo energia da rimbalzo, come nell'esempio del Giapponese Yukito Muraki che rimbalza oltre l'asticella posta ad una certa quota,

dovremmo usare la formula al contrario, ovvero partendo dall'altezza.

Esempio:

per superare $h = 2,35$ una bacchetta di lunghezza l con baricentro posto a 1,35 cm, e con un Δh pari a 1,05 si avrà dalla (2.0)

$$1.2 \quad VG = \sqrt{2 \cdot 1,05 \cdot 9,8} = \sqrt{20,58} = 4,53 \text{ m/s}$$

che rappresenta la velocità verticale di stacco dell'attrezzo che supera l'asticella a 2,35.

Riepilogando il rimbalzo del corpo rigido che trasla per poi arrestarsi su un fermo al punto di stacco, dalle Equazioni (7) del paragrafo precedente e dalla (2.2) sopra si ottiene:

$$V_0 = VG \frac{4/3}{\sin \alpha} \frac{1}{\cos \alpha} \quad \text{supponendo un angolo } \alpha = 50^\circ$$

$$V_0 = 4/3 Vg \cdot 1/\sin \alpha \cdot \cos \alpha = 12,26 \text{ m/s}$$

Da questo esempio si vede come per la bacchetta sia necessaria una velocità di ben 12,26 m/s per elevare il C.d.M di 1,05 m, un'elevazione mediamente raggiunta da saltatori uomini capaci di misure intorno ai 2,35 ma con un ingresso in velocità orizzontale tra 7,4-7,7 m/s.

Per questo occorre trovare ulteriori contributi da altri meccanismi biomeccanici per raggiungere l'energia cinetica necessaria ad alzare il corpo del Δh desiderato.

Analisi delle fasi di stacco

FASE 1 - Arrivo del Tallone (Polo A) contatto all'istante TA e rotazione della caviglia fino al contatto della Punta (Punto P). Al contatto di P all'istante TP (dopo circa 20-28 mm/sec) tutto il sistema atleta si arresta, cioè termina ogni tipo di spostamento orizzontale. Tale blocco genera la rotazione dell'intero corpo intorno al polo A, con velocità ω creata dal ribaltamento conseguenza della Conservazione del Momento della quantità di moto; la velocità angolare ω si fissa all'istante del distacco del polo A, ovvero quando il tallone si alza. Arrivo della punta a terra (punto P) dove P è il punto di rimbalzo del cor-

po. Questo spazio temporale compreso tra TA e TP (circa 20-28 millesimi).

FASE 2 - Ammortizzazione di pronazione del piede (malleolo che cede medialmente). Questa fase dura 12-15 millesimi di sec.

FASE 3 - C'è l'ammortizzazione dell'articolazione del ginocchio fino all'inversione (risalita, passaggio dalla fase eccentrica alla concentrica); questo accade dopo circa ulteriori 55 millesimi di sec. Poco dopo arriva l'istante T_{Aoff} del distacco del tallone.

FASE 4 - Al distacco del tallone si fissa la velocità verticale di raddrizzamento, e da lì in poi ω e la componente verticale sarà determinata. Allo stesso tempo inizia la componente della velocità per il rimbalzo del piede dopo assorbimento dell'urto e il conseguente rilascio dell'energia. A questo punto le 2 componenti si sommano, contribuendo alla risalita verso il decollo. Per tutti i saltatori con una marcata flessione al ginocchio la fase concentrica attiva risulterà più lunga, causando un prolungato raddrizzamento e conseguente perdita della componente verticale della velocità da impatto. Inoltre chi arriva prima al distacco del tallone non solo ha più componente verticale, ma inserisce la componente relativa al rimbalzo su una direzione anticipata al completo raddrizzamento del corpo, molto più efficace per lo stacco vedi *Tamberi*. L'im-

postazione di Druin con arrivo di punta riduce ancora di più i tempi, eliminando A e arrivando subito a P, e con il rimbalzo del tallone iniziare subito la fase di risalita, momento che di solito arriva dopo una più lunga fase di ammortizzazione.

Possiamo cominciare a rispondere almeno in parte ad alcune delle domande obbiettivo che ci siamo posti all'inizio.

Già da queste prime analisi sulle modellizzazioni dello stacco si capisce come l'energia cinetica abbia molteplici contributi, che continueremo a studiare nei paragrafi successivi.

Quanto deve essere la velocità verticale per raggiungere una determinata altezza?

Abbiamo risposto nel primo paragrafo con la legge generale della conservazione dell'energia.

Quali meccanismi biomeccanici spiegano i vari contributi di energia cinetica necessaria per raggiungere una determinata velocità verticale?

Quale velocità deve avere un sistema che rispetti il modello 1 e 2 per saltare come un saltatore?

Anche a questa domanda abbiamo risposto, evidenziando tuttavia la necessità di trovare ulteriori contributi, giacché quella dei primi 2 modelli non risulta sufficiente per le velocità sostenibili per l'uomo.



Infatti abbiamo analizzato 2 modelli biomeccanici semplici che rappresentano due contributi che il corpo riceve nella fase di stacco. Continuiamo la nostra rappresentazione attraverso modelli fisico-matematici per andare a ricercare un modello dello stacco più aderente alla realtà, utilizzando una leva a due aste che possa simulare meglio dell'asta con estremo fisso, rappresentando l'azione del piede nell'istante del contatto a terra.

Lo studio passa dallo studio del moto del corpo rigido allo studio della Meccanica dei sistemi e alle Equazioni dei sistemi di due corpi.

Nel nostro caso particolare ci siamo focalizzati sull'effetto che il sistema procura nel comportamento simile all'azione del piede, limitando le considerazioni sul movimento della leva corta (*piede*) e esprimendo l'azione restante come una Forza applicata sul malleolo.

MODELLO 3.1 (LEVA)

BACCHETTA CON UN'ALTRA PICCOLA ASTA COLLEGATA DA UNA CERNIERA AD UN ESTREMO CON ESCURSIONE DA 90° A 180°

Si è scelto questo modello come rappresentazione dell'azione del piede, il quale, appena la gamba impatta più o meno orizzontalmente con il tallone, inizia una rotazione in avanti schiacciando la punta a terra velocemente.

Questo istante è proprio l'istante d'impatto cioè quello in cui inizia la rotazione di ribaltamento del modello 1, ed è anche l'istante dove le pedane di

Forza registrano il primo e massimo picco di forza scaricata a terra.

Nella figura 4 si vedono tre differenti tipi di arrivo a terra allo stacco, come saranno analizzati nei casi dei tre modelli.

Il modello si suppone nelle medesime condizioni in cui arriva il piede del saltatore, e anche se le condizioni biomeccaniche (articolazioni vs cerniere, leve vs strutture ossee) sono diverse e gli attriti e le resistenze del movimento articolare potrebbero modificare i valori che il principio fisico esprime attraverso le equazioni che lo descrivono. Tuttavia il valore dei parametri che giocano un ruolo attivo nell'espressione dell'equazione, costituiscono un riferimento e degli indicatori per l'energia cinetica prodotta.

Per ricavare le equazioni che ci permettano di fare le analisi delle varie casistiche di utilizzo della leva piede, non potendo ricorrere alla conservazione del *momento angolare* come nel caso 1, poiché il momento della forza peso non si annulla e quindi la *derivata della quantità di moto* non è nulla e la velocità angolare non è più costante, e il calcolo si complica con calcolo con *equazioni differenziali*. Per questo motivo spostiamo la nostra relazione direttamente sull'energia cinetica prodotta, invocando il *teorema dell'energia cinetica* o *teorema delle forze vive* (per il corpo rigido)

(a) $M_O (F,P) + \psi_O = K_O$ non vale questa quantità pari a "0" e quindi ω_1 non più costante (infatti la rotazione comporta l'aumento della velocità man mano che si abbassa sotto effetto della forza peso).



Figura 4 - Tre differenti tipi di arrivo allo stacco con la leva piede in diverse flessioni dorsali.

CASO 1

STACCO CON ARRIVO DI TALLONE CON ANGOLO FLESSIONE DORSALE ALLA TIBIO-TARSICA PARI A 90°

La rotazione del piede avviene per l'azione della Forza peso dell'atleta e per effetto della leva composta dal piede con fulcro il malleolo e perno il tallone. L'angolo α rappresenta sempre l'angolo di impostazione dello stacco. Il teorema invocato ci dice che l'energia cinetica vale il lavoro della forza F per lo spostamento *efficace* del punto di applicazione (il malleolo), in quanto il campo di forze si può considerare conservativo, vista la F costante. Si considera la Forza F pari a $Mg \sin \alpha$ (nella direzione della gamba) e l'espressione finale è la seguente:

$$(3.0) \quad F \cdot \Delta H = 1/2 \cdot I_o \cdot \omega_1^2$$

Analizziamo il caso del piede che arriva a terra con una flessione dorsale di 90° e un angolo di impostazione pari ad α . Dalla figura 5 si vede come la distanza efficace si ricavi come:

$$OP_1 = r \cos \alpha$$

E pertanto l'espressione dell'energia diventa:

$$(3.1) \quad E_1 = Mg \sin \alpha \cdot r \cos \alpha$$

ovvero

$$E_1 = Mg \cdot r \cdot (\sin \alpha \cdot \cos \alpha)$$

Analizzando la funzione $y = \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ e derivando rispetto ad α si trova:

$$D' \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = (\cos \alpha + \sin \alpha) \cdot (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

Ma per annullare la derivata e trovare il punto di Massimo si deve annullare il secondo fattore ovvero

$$\cos \alpha = \sin \alpha \quad \alpha = 45^\circ$$

OSSERVAZIONE

Questo caso ci dice che il massimo livello di energia ricavabile dalla leva a 90° si ottiene con un'inclinazione di 45°, come alcuni saltatori impostati sull'impatto di tipo 1 riescono a fare.

CASO 2

STACCO CON ARRIVO DI TALLONE CON ANGOLO β FLESSIONE DORSALE ALLA TIBIO-TARSICA COMPRESO TRA 90° E 180° - α

La rotazione del piede avviene per l'azione della Forza peso dell'atleta e per effetto della leva composta dal piede con fulcro il malleolo e perno il tallone. L'angolo α rappresenta sempre l'angolo di impostazione, cambiano i limiti dell'intervallo tra cui

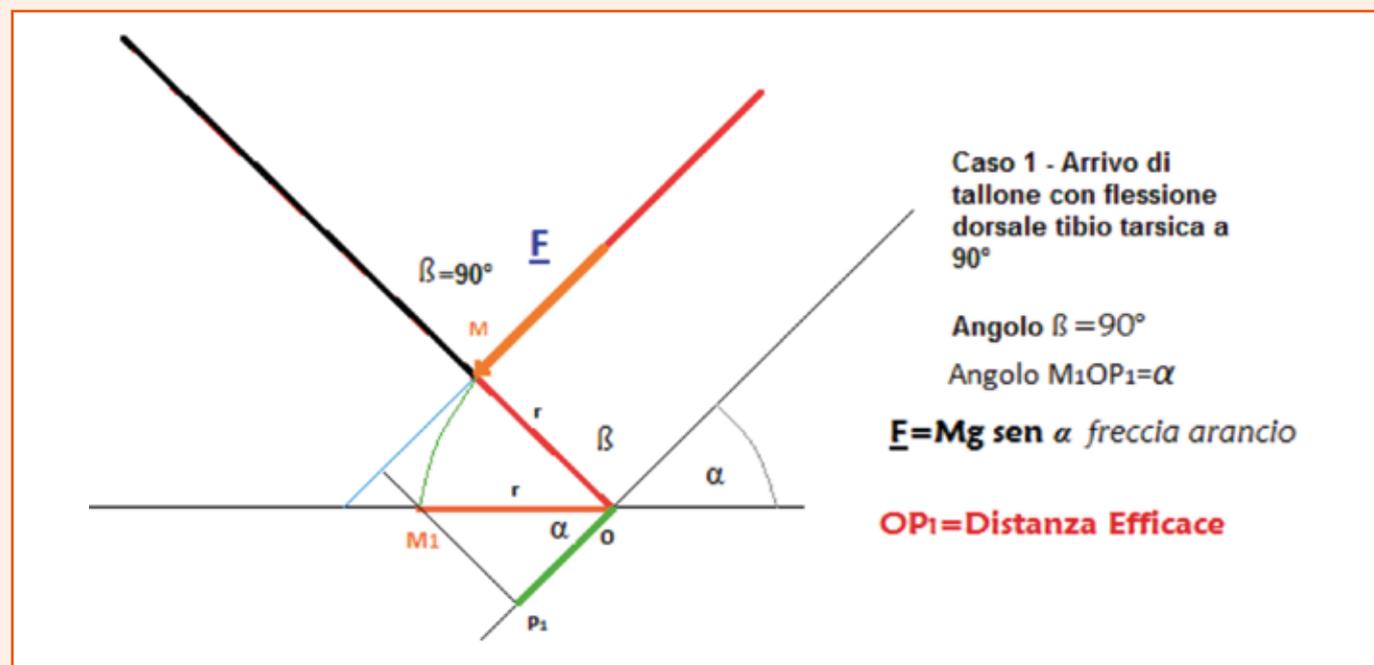


Figura 5 - Caso 1: arrivo di tallone con flessione dorsale tibio-tarsica a 90°.

varia l'angolo β , ovvero oltre i 90° per ipotesi, e fino a $180 - \alpha$ in quanto rappresenta il valore con il quale il piede arriva piatto, annullando ogni contributo rotazionale e di leva.

Dalla figura 6 si vedono le forze che agiscono sul piede F e FR componente radiale.

Analogamente a come abbiamo proceduto precedentemente, si invoca il teorema delle forze vive in un *campo conservativo*, con la forza F costante, anche se questa volta il vettore F non è perpendicolare al segmento piede come nel caso 1, e pertanto dovremo prendere in considerazione non il vettore F ma la sua componente Radiale F_R .

OSSERVAZIONE

Le formule vorrebbero forze sempre uguali in tutto il movimento, ma pur con una certa approssimazione nell'impostazione, il calcolo lo possiamo comunque definire come adeguato ad una comparazione con i dati sperimentali.

$$FR = F \cdot \cos(\beta - 90) = Mg \sin \alpha \cdot \cos(\beta - 90^\circ)$$

Anche qui vale la (3.0)

$$(3.0) \quad F \cdot \Delta H = 1/2 \cdot I_o \cdot \omega_2^2$$

Per ricavare ΔH nella figura 6 si cerca il segmento KM_1 spostamento efficace.

Considero il Triangolo TMO la somma degli angoli interni e pari a 180° quindi

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$

Considerando ora il triangolo rettangolo KM_1O con lato M_1O uguale a r , si ottiene

$$KM_1 = r \cdot \sin \gamma = r \cdot \sin(180^\circ - (\alpha + \beta))$$

e poiché per ipotesi siamo nel caso $\beta < 180 - \alpha$, allora vale

$$\sin(180^\circ - (\alpha + \beta)) = \sin(\alpha + \beta) \text{ e quindi } KM_1 = r \cdot \sin(\alpha + \beta) \text{ distanza efficace.}$$

Ma adesso con FR e KM_1 possiamo scrivere l'energia come il primo membro della (3.0)

$$E_2 = FR \cdot KM_1 = Mg r \cdot \sin \alpha \cdot \cos(\beta - 90^\circ) \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

Se in questa espressione si sostituisce il valore di β uguale a 90° la E_2 si scrive:

$$E_2 = Mg r \cdot \sin \alpha \cdot \cos(0^\circ) \cdot \sin(\alpha + 90^\circ) = Mg r \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = E_1$$

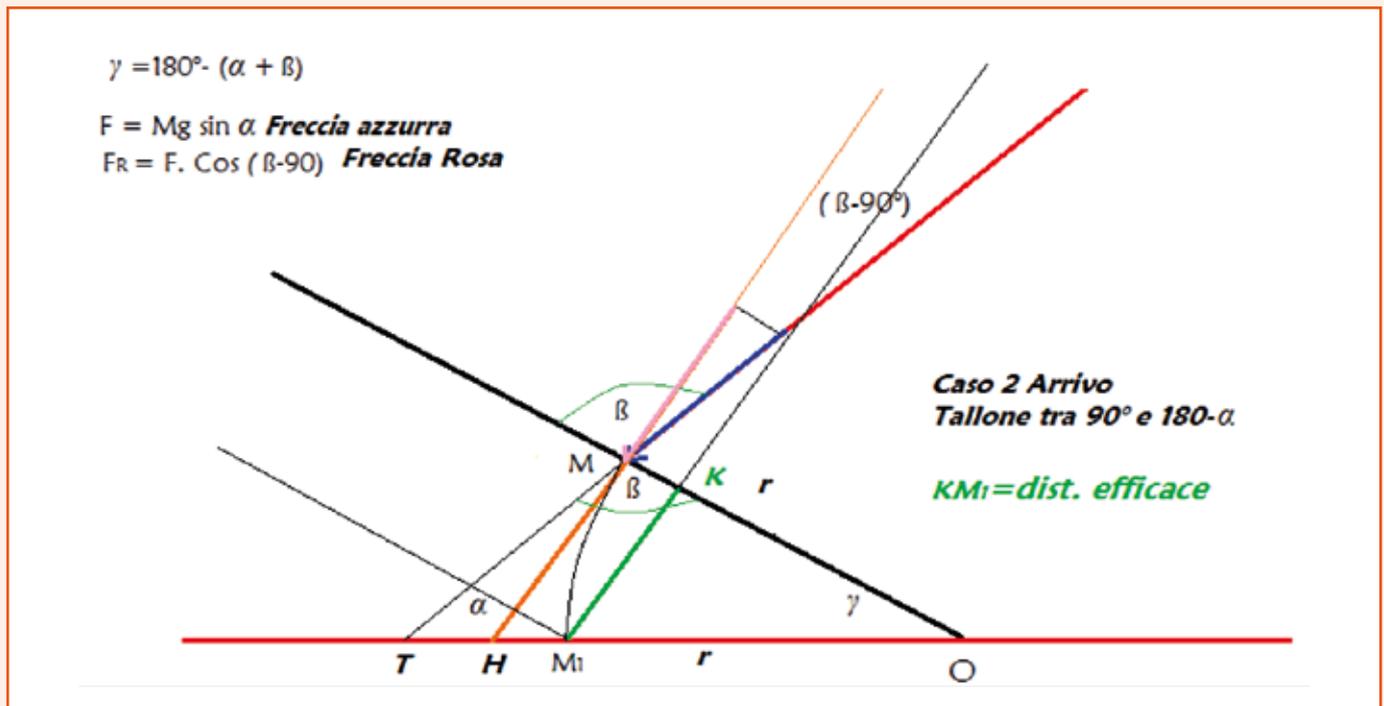


Figura 6 - Caso 2: arrivo del piede con apertura dorsale oltre i 90° ; il caso 1 rientra in questo solo con angolo a 90° .

ovvero l' E_1 che abbiamo trovato nel Caso 1 con il valore di $\beta = 90^\circ$.

La E_2 si può scrivere come

$$E_2 = Mg r \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin (\alpha + \beta)$$

OSSERVAZIONE

Abbiamo visto che con il valore di $\beta = 90^\circ$ la funzione torna alla E_1 e similmente il massimo valore sarà per $\alpha = 45^\circ$; inoltre per $\beta = 180 - \alpha$ valore per il quale il piede arriva Flat cioè piatto, di tutta pianta il valore dell'energia si annulla.

Dalla tabella si vede come per valori crescenti di β cioè $> 90^\circ$ il valore di E_2 decresce per ogni α , ma i massimi valori restano con angolo d'impostazione $\alpha = 45^\circ$.

Con la tabella 3 si evidenzia l'andamento del variare del prodotto $\sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot (\sin \alpha + \beta)$ con coefficiente 1 al variare degli angoli, considerato il valore Mgr una costante, l'energia sarà funzione del prodotto indicato, (in neretto gli arrivi FLAT per i 4 modelli con i rispettivi valori di α analizzati e in rosso i valori i massimi con arrivo a martello 90°).

CASO 3

STACCO CON ARRIVO DI PUNTA CON ANGOLO SS FLESSIONE DORSALE ALLA TIBIO-TARSICA COMPRESO TRA $180^\circ - \alpha$ E $180^\circ + \alpha$

La rotazione del piede avviene per l'azione della Forza peso dell'atleta e per effetto della leva composta dal piede con fulcro il malleolo e perno la punta del piede. Questo fatto comporta che la leva di carico si allunga, disponendo del tratto tra la punta e il malleolo pari a $4r$, ovvero 4 volte la leva r dei Casi 1 e 2. L'angolo α rappresenta sempre l'angolo di impostazione, mentre β sarà compreso tra $180^\circ - \alpha$ e $180^\circ + \alpha$, ovvero tra l'angolo dell'arrivo flat e l'angolo limite ipotetico di flessione della caviglia fino a 180° . Analogamente al caso precedente vale la (3.0) che esprime l'energia cinetica: (1.0) $F \cdot \Delta H = 1/2 \cdot I_0 \cdot \omega_3^2$

E sempre analogamente al caso 2 si considera la componente radiale F_R della Forza Peso applicata sul malleolo che è pari a:

$$F = Mg \sin \alpha; F_R = Mg \sin \alpha \cdot \cos (\beta - 90^\circ) \text{ (figura 7).}$$

Modelli	Alfa	Beta	($\alpha + \beta$)	Cos α	Sin α	Sin β	Sin ($\alpha + \beta$)	Coefficiente	Fattore	Prodotto
1.Arrivo T. 90°	40	90	130	0,766	0,643	1,0000	0,7660	1,00	0,49	0,49
2.Arrivo T. 100°	40	100	140	0,766	0,643	0,9848	0,6428	1,00	0,41	0,41
2.Arrivo T. 110°	40	110	150	0,766	0,643	0,9397	0,5000	1,00	0,30	0,30
2.Arrivo T. 120°	40	120	160	0,766	0,643	0,8660	0,3420	1,00	0,19	0,19
3.Arr. Flat T 140°	40	140	180	0,766	0,643	0,6428	0,0000	1,00	0,00	0,00
1.arrivo T. 90°	45	90	135	0,707	0,707	1,0000	0,7071	1,00	0,50	0,50
2.Arrivo T. 100	45	100	145	0,707	0,707	0,9848	0,5736	1,00	0,40	0,40
2.Arrivo T. 110°	45	110	155	0,707	0,707	0,9397	0,4226	1,00	0,28	0,28
2.Arrivo T. 125°	45	120	165	0,707	0,707	0,8660	0,2588	1,00	0,16	0,16
3.Arr. Flat T 135°	45	135	180	0,707	0,707	0,7071	0,0000	1,00	0,00	0,00
1. Tallone 90°	55	90	145	0,574	0,819	1,0000	0,5736	1,00	0,47	0,47
2. Tallone 100°	55	100	155	0,574	0,819	0,9848	0,4226	1,00	0,34	0,34
2. Tallone 100°	55	110	165	0,574	0,819	0,9397	0,2588	1,00	0,20	0,20
2. Tallone 120°	55	120	175	0,574	0,819	0,8660	0,0872	1,00	0,06	0,06
2.Arr. Flat 125°	55	125	180	0,574	0,819	0,8192	0,0000	1,00	0,00	0,00
2. Tallone 90°	60	90	150	0,500	0,866	1,0000	0,5000	1,00	0,43	0,43
2. Tallone 100°	60	100	160	0,500	0,866	0,9848	0,3420	1,00	0,29	0,29
2. Tallone 105°	60	105	165	0,500	0,866	0,9659	0,2588	1,00	0,22	0,22
2. Tallone 110°	60	110	170	0,500	0,866	0,9397	0,1736	1,00	0,14	0,14
2. Tallone 115°	60	115	175	0,500	0,866	0,9063	0,0872	1,00	0,07	0,07
2. Arr. Flat 120°	60	120	180	0,500	0,866	0,8660	0,0000	1,00	0,00	0,00

Tabella 3

Per la somma degli angoli interni al triangolo pari a 180° si vede nel triangolo OPM che:

$$\gamma = 180^\circ - (180^\circ - \beta + 180^\circ - \alpha) = (\alpha + \beta) - 180^\circ$$

$$\Delta H = HM_1 = 4r \sin((\alpha + \beta) - 180^\circ)$$

$$FR = Mg \sin \alpha \cdot \cos(\beta - 90^\circ)$$

Da cui l'energia cinetica risulta:

$$E_3 = 4 Mgr \sin \alpha \cdot \cos(\beta - 90^\circ) \cdot \sin((\alpha + \beta) - 180^\circ)$$

Poichè vale $\sin(\alpha + \beta - 180^\circ) = -\sin(\alpha + \beta)$

$$E_3 = 4 Mgr \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot (-\sin(\alpha + \beta))$$

OSSERVAZIONE

Dall'analisi dell'espressione si vede come per arrivo FLAT cioè piatto il valore di E_3 vale 0 per $\sin(\alpha + \beta) = 0$, ma lo stesso accade anche se teoricamente il piede arrivasse completamente la punta tutta estesa, con $\beta = 180^\circ$ (ipotesi non realizzabile su modello biomeccanico). Infatti dallo studio con la tabella si evidenzia come l'energia cresce fino ad un certo punto (range 150° - 160° su valori di α compresi tra 45° e 68°) per poi calare fino ad annullarsi. Inoltre chiaramente con angoli di impostazione più aperti il valore relativo dell'energia risulta maggiore, cioè maggiore per 68° minore per 45° a parità di β .

OSSERVAZIONE TECNICA

Drouin infatti mediamente salta a 65 - 68° con angolo alla caviglia circa 155° - 158° , per i quali risultano valori di energia tra i più alti nelle funzioni in tabella.

Nella tabella 4 si analizzano 4 posizioni di arrivo all'impostazione, 45° - 55° - 60° - 68° , tutti con 6-10 combinazioni con angolo Beta, da angolo prossimo (10°) al supplementare di alfa (arrivo flat) fino ai 160° - 170° di apertura dorsale, valore forse anche oltre limite fisiologico per il salto.

In tutti i casi si evidenzia come l'aumento dell'apertura del piede (arrivo di punta di oltre 22-23 gradi) porti ad un aumento del prodotto finale; il risultato finale aumenta anche all'aumentare dell'angolo di impostazione.

OSSERVAZIONE

Se l'angolo α vale 50° il range di β varia in un arco minore del supplementare di α (130°) affinché il piede arrivi prima con il tallone; se il piede arriva piatto, con tutta la pianta a terra contemporaneamente questo contributo all'energia cinetica non esiste.

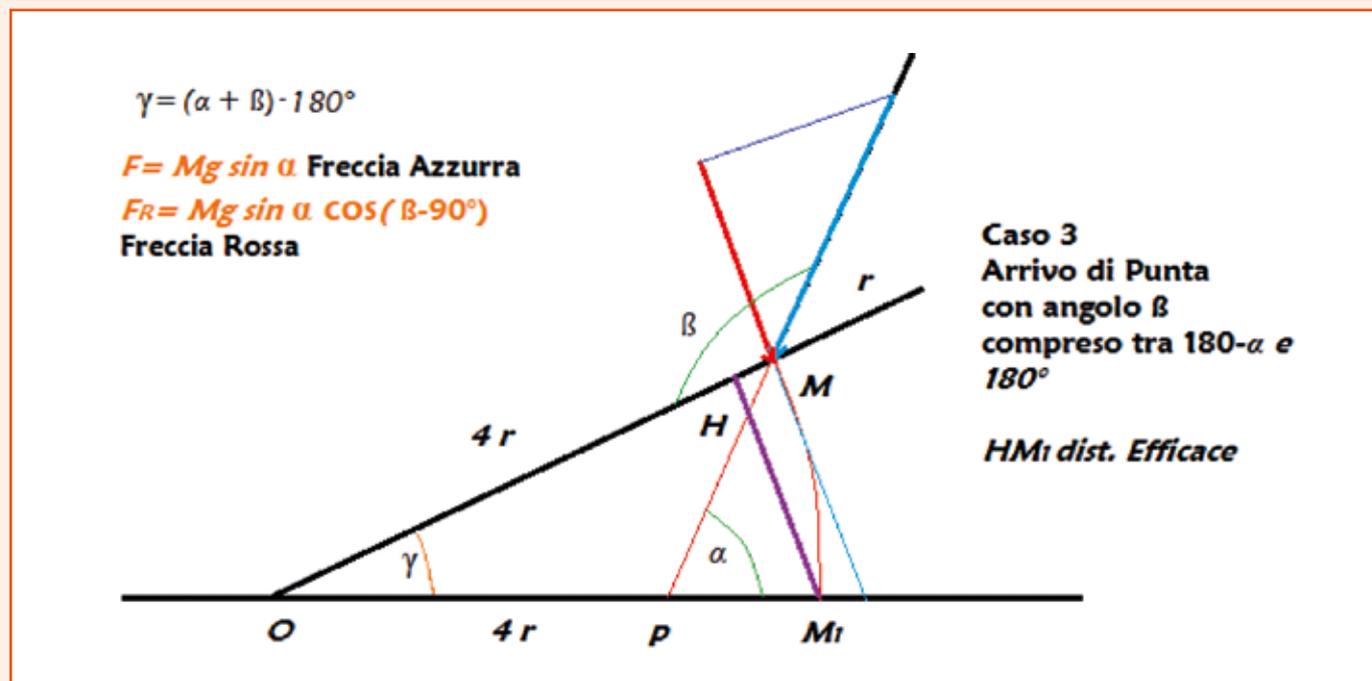


Figura 7 - Caso 3: arrivo di punta con angolo β compreso tra $180 - \alpha$ e 180° .

OSSERVAZIONE

Nel caso di angolo β superiore del supplementare di α , il valore dell'energia cinetica cresce fino ad un certo punto di massimo e poi cala fino ad annullarsi con $\beta=0$. Come detto l'energia risulta più alta per valori di α più alti. Naturalmente gli angoli di salto non crescono fino ai limiti matematici, ma alle soglie tecniche e fisiologiche dell'arto, qui fissate a 68° per l'impostazione e ai 160° per la presentazione del piede.

I tre casi analizzati fanno pensare ai diversi tipi di arrivo di vari atleti, dal più classico con presentazione ad arto disteso con flessione dorsale a 90° , da chi arriva ad arto disteso o flesso con leggero anticipo di tallone o di punta. Ma chi arriva come nel caso 3, con un leggero anticipo della punta presenta

un angolo di impostazione più alto (Derek Drouin), diversamente da chi punta di più sull'impatto orizzontale arrivando molto inclinato sul piano sagittale (Tamperi) ma con piede tra i 90° e i 115° , modello caso 2. Per il caso tipo 2 possono essere considerati tutti gli atleti che presentano l'arto leggermente flesso con impostazione al caricamento più pronunciata e con un piede più aperto e più vicino al terreno, oltre i 115° (Grabaz).

OSSERVAZIONE

Con l'arrivo di punta si osserva un maggior valore nella risultante, particolarmente con α e β opportuni; grazie ad una leva di forza più lunga e utilizzando un angolo α maggiore, la Forza peso acquista una maggior componente di azione sul piede.

Modelli	Alfa	Beta	($\alpha + \beta$)	Cos α	Sin α	Sin β	Sin ($\alpha + \beta$)	Coefficiente	Fattore	Prodotto
3.Arr. punta Flat	45	135	180	0,707	0,707	0,7071	0,0000	4,00	0,000	0,00
3.Arrivo punta 10°	45	145	190	0.707	0.707	0.5736	-0.1736	4.00	0.0704	0.28
3.Arrivo punta 22°	45	157	202	0.707	0.707	0.3907	-0.3746	4.00	0.1035	0.41
3.Arrivo punta 30°	45	165	210	0.707	0.707	0.2588	-0.5000	4.00	0.092	0.37
3.Arrivo punta 35°	45	170	215	0.707	0.707	0.1736	-0.5736	4.00	0.070	0.28
3.Arrivo punta 45°	45	180	225	0.707	0.707	0.0000	-0.7071	4.00	0.000	0.00
3.Arrivo Punta Flat	55	125	180	0,574	0,819	0,8192	0,0000	4,00	0,000	0,00
3.Arr.punta 10°	55	135	190	0.574	0.819	0.7071	-0.1736	4.00	0.101	0.40
3.Arr.punta 20°	55	145	200	0.574	0.819	0.5736	-0.3420	4.00	0.161	0.64
3.Arr.punta 27°	55	152	207	0.574	0.819	0.4695	-0.4540	4.00	0.175	0.70
3.Arr.punta 30°	55	155	210	0.574	0.819	0.4226	-0.5000	4.00	0.173	0.69
3.Arr.punta 35°	55	160	215	0.574	0.819	0.3420	-0.5736	4.00	0.161	0.64
3.Arr. Punta Flat	60	120	180	0,500	0,866	0,8660	0,0000	4,00	0,000	0,00
3.Arrivo Punta 10°	60	130	190	0.500	0.866	0.7660	-0.1736	4.00	0.115	0.46
3.Arrivo Punta 15°	60	135	195	0.500	0.866	0.7071	-0.2588	4.00	0.158	0.63
3.Arrivo punta 20°	60	140	200	0.500	0.866	0.6428	-0.3420	4.00	0.190	0.76
3.Arrivo punta 30°	60	150	210	0.500	0.866	0.5000	-0.5000	4.00	0.217	0.87
3.Arrivo punta 32°	60	152	212	0.500	0.866	0.4695	-0.5299	4.00	0.215	0.86
3.Arrivo punta 38°	60	158	218	0.500	0.866	0.3746	-0.6157	4.00	0.200	0.80
3.Arrivo Punta 40°	60	160	220	0.500	0.866	0.3420	-0.6428	4.00	0.190	0.76
3.Arrivo punta 60°	60	180	240	0.500	0.866	0.0000	-0.8660	4.00	0.000	0.00
3.Arr. Punta Flat	68	112	180	0,375	0,927	0,9272	0,0000	4,00	0,000	0,00
3.Arrivo Punta 18°	68	130	198	0.375	0.927	0.7660	-0.3090	4.00	0.219	0.88
3.Arrivo Punta 25°	68	137	205	0.375	0.927	0.6820	-0.4226	4.00	0.267	1.07
3.Arr.Punta 33°	68	145	213	0.375	0.927	0.5736	-0.5446	4.00	0.290	1.16
3.Arrivo punta 37°	68	149	217	0.375	0.927	0.5150	-0.6018	4.00	0.287	1.15
3.Arrivo Punta 38°	68	150	218	0.375	0.927	0.5000	-0.6157	4.00	0.285	1.14
3.Arrivo Punta 46°	68	158	226	0.375	0.927	0.3746	-0.7193	4.00	0.250	1.00
3.Arrivo Punta 50°	68	162	230	0.375	0.927	0.3090	-0.7660	4.00	0.219	0.88
3.Arrivo Punta 68°	68	180	248	0.375	0.927	0.0000	-0.9272	4.00	0.000	0.00

Tabella 4 - Analisi degli angoli. In neretto i casi di arrivo Flat con energia nulla; in verde i casi di arrivo. Punta con max. estensione dorsale (180°) sempre con energia nulla.

MODELLO 3.2 (URTO)

ROTAZIONE DEL PIEDE PER IMPATTO A TERRA CON VELOCITÀ TRASLATORIA ORIZZONTALE

Nella stessa situazione della leva attaccata ad un'asta attraverso una cerniera, dove la leva corta si muove su un arco corrispondente all'angolo pari a $90 - \alpha$, tra la posizione perpendicolare all'asta e il terreno di arrivo (con α al solito angolo d'impostazione). All'azione di Leva effettuata dalla *forza peso* applicata sul malleolo con perno sul tallone, si aggiunge anche l'azione di ribaltamento del piede effetto dell'urto in orizzontale del piede con il terreno (figura 8).

Analogamente a ciò che accade nel modello 1, si invoca la conservazione del *Momento della quantità di moto*, cioè quando l'asta dall'istante dell'impatto muta l'espressione del KA *Momento della Quantità di moto* della fase traslatoria

da $M_p \cdot AG \times V_g$ in quella della fase rotatoria $I_o \cdot \omega_2$, al solito corrispondente a $1/3 M_p (PA)^2 \cdot \omega_2$.

A questo punto l'analogia con il modello 1 termina, in quanto qui la bacchetta-piede non si stacca decollando dopo l'impatto, ma resta ben ancorata

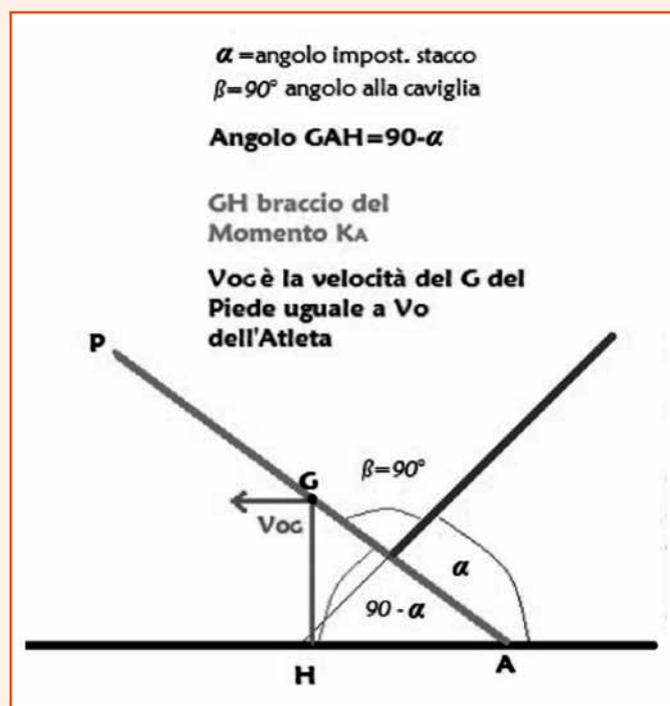


Figura 8

a terra compiendo una rotazione fino a schiacciarsi a terra con tutta la leva. Considerato che al momento dell'impatto V_{Go} del piede è uguale alla velocità del G dell'Atleta, allora si scrive:

$$KA = M_p \cdot V_{Go} \times r = 1/3 M_p (2r)^2 \omega_2 \text{ con } PA = 2r, GA = r$$

$$M_p \cdot V_{Go} \cdot r \sin(90 - \alpha) = 1/3 M_p 4 r^2 \omega_2 \text{ da dove si ricava}$$

$$(4.1) \omega_2 = \frac{3}{4} \cdot (V_{Go}/r) \cdot \cos \alpha \text{ ricordando che: } E_4 = \frac{1}{2} I \omega_2^2$$

Che in termini di energia si scrive:

$$E_4 = 1/2 \cdot 1/3 \cdot M_p (2r)^2 \cdot \left(\frac{3}{4} \cdot (V_{Go}/r) \cdot \cos \alpha \right)^2$$

$$\Rightarrow E_4 = 3/8 \cdot M_p \cdot V_{Go}^2 \cdot \cos^2 \alpha$$

Questo contributo di energia determinata dal rimbalzo del piede con l'urto in 2 tempi di tutta la pianta (prima tallone poi punta) sarà quello che produrrà un contributo in altezza per il teorema della conservazione dell'Energia totale $Mgh = 1/2 I \omega_2^2$. Ma affinché il contributo del piede si trasferisca pienamente al resto del corpo servono alcune ipotesi, che abbiamo inserito per semplificare il calcolo e perchè ragionevolmente dedotte dal comportamento dell'arto del saltatore allo stacco.

In sostanza per avere un completo (o massimo) utilizzo dell'energia cinetica prodotta dal rimbalzo del piede bisogna che la gamba sovrastante si trovi in posizione perpendicolare al malleolo nell'istante del rimbalzo (ovvero quando il tallone si alza) e sostanzialmente priva di rotazioni, in quanto eventuali rotazioni della gamba richiederebbero un quanto di energia che dissiperebbe dal contributo ricavato dal rimbalzo, diminuendo in parte la produzione di altezza nell'elevazione.

Nel modello che abbiamo esposto si vede come l'energia prodotta dal piede nel rimbalzo a terra con la pianta sia tutta verticale e si trasmetta a tutto il corpo sopra collegato.

È chiaro che tanto più il corpo dell'atleta (inteso come G centro di Massa) sarà distante dall'allineamento con la posizione del malleolo che si alza a trasmettere movimento, tanto più si disperderà il contributo di energia cinetica verticale.

Ma dall'osservazione del salto di un atleta si può valutare il passaggio del *centro di massa* in prossimità della verticale al malleolo all'istante del distacco del tallone, ovvero alla ripartenza dell'atle-

ta dallo stacco. In alcune analisi 3D con i marker si sono potute misurare queste distanze con più precisione: la proiezione del CdM dista pochi cm. (sul piano da 0-2 asse y -12-14 asse x) dalla proiezione del malleolo di stacco.

In sintesi tanto più ridotta risulta questa distanza, tanto più efficacemente il saltatore riceverà il contributo di energia cinetica.

Nella figura 9 si evidenzia come la linea di azione della forza reazione da terra (linea gialla) passi in prossimità della posizione del C.d.M all'istante in cui inizia l'azione di rimbalzo del piede, permettendo sostanzialmente al tutto il corpo dell'atleta di ricevere quasi pienamente il contributo di energia da rimbalzo. Questa considerazione ci permette di considerare un trasferimento completo dell'energia del piede al centro di massa dell'atleta, supponendo una trasmissione tra articolazioni e muscoli senza dissipazioni, come se si trattasse di cerniere perfettamente prive di attrito.

Allora si può eguagliare l'energia trovata all'espressione Mgh

$$Mgh = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad E4 = Mgh \cdot \frac{3}{8} \cdot \frac{M_p}{M} \cdot VGo^2 \cdot \cos^2 \alpha$$

$$\alpha = Mgh \text{ da cui } h = \frac{3}{8} \cdot \left(\frac{M_p}{M}\right) \cdot VGo^2 \cdot \cos^2 \alpha$$

Naturalmente questo vale anche per l'arrivo con angolo $\beta > 90^\circ$ ma sempre con arrivo di tallone, con il momento l'espressione dell'energia cambia e diventa in funzione dei 2 angoli alla caviglia e d'impostazione

$$E4' = \frac{3}{8} \cdot M_p \cdot VGo^2 \cdot \sin^2 (\alpha + \beta)$$

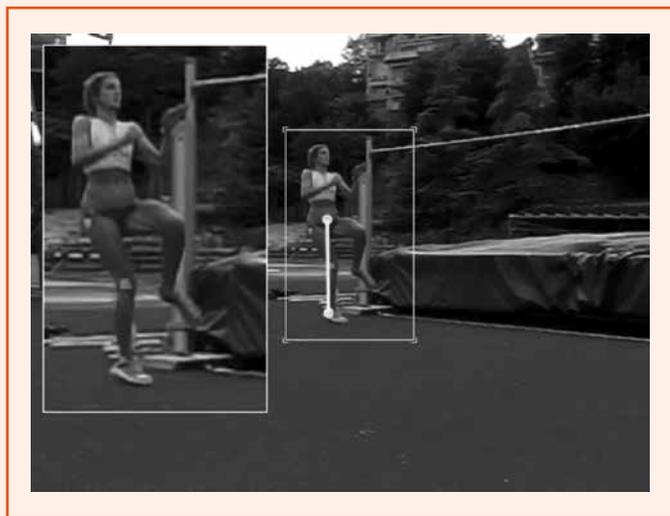


Figura 9

OSSERVAZIONE

In questa analisi abbiamo calcolato l'effetto del momento angolare sulla rotazione del piede che impatta, ma escludendo tutti gli effetti delle altre Forze, come se il movimento analizzato avvenisse appoggiato su un piano senza attrito dove la Forza peso non risulta. Questo perché abbiamo già analizzato gli effetti della Forza Peso nel punto 3, e proprio per questo motivo anche quando il piede arriva di punta, un effetto di rimbalzo da impatto come nel punto 1 esiste e il baricentro del piede acquista comunque un'energia cinetica verticale, sebbene questa nella realtà del salto non avviene.

Infatti diversamente da quanto abbiamo supposto su assenza della forza peso nel modello, nella realtà la forza peso del corpo schiaccia il piede a terra come visto nel punto 3 e questa energia sovrasta il contributo prodotto dal momento angolare del piede che arresta di punta e che ovviamente risulta in opposizione per tutti gli altri contributi. Sul nostro modello ideale si osserva che chi arriva di punta con un impatto istantaneo e senza deformazioni alla caviglia, vedrebbe il contributo di energia cinetica positivo solo se l'impatto fosse brevissimo senza deflessione del piede, ma con un rimbalzo attivo immediato. Ma questo resta nella bellezza del modello matematico.

OSSERVAZIONE

Dai contributi con arrivo di tallone si evidenzia che tutto ciò che non permette un buon allineamento dell'arto al passaggio sopra il malleolo in uscita dallo stacco, riduce questo contributo; infatti le eccessive flessioni al ginocchio durante la fase di stacco determinano un raddrizzamento della gamba più veloce, un avanzamento maggiore oltre la verticale e una maggior velocità angolare che si conserva al momento del rilascio dell'energia di rimbalzo, aumentando la dispersione; viceversa chi deflette meno stacca prima della verticale e termina le rotazioni ottenendo un ottimo allineamento al momento finale di stacco, recupera quasi per intero il contributo derivante dal rimbalzo del piede.

Conclusioni - Biomeccanica

Con questo ultimo contributo da un meccanismo fisico-biomeccanico abbiamo provato a modellizzare i momenti generatori di energia cinetica nella fase di stacco del salto in alto. Ora possiamo riepilogare tutti questi contributi di energia cinetica verticale, che, in una forma di sommatoria non net-

ta, formano parte del totale di energia necessaria a raggiungere un determinato salto in elevazione. Abbiamo detto parte, in quanto la massimizzazione di un tipo di energia comporta una riduzione di altri contributi, oltre poi a tener conto del contributo da caricamento delle molle elastiche muscolo-tendinee, che pure presenta alcune esigenze in opposizione ad altri contributi.

Il saldo netto, fatto bilanciando tutti le componenti di energia possibili, darà il profilo tecnico-condizionale di ciascun atleta, che sceglierà una personale strada per convertire l'energia cinetica di entrata in quella verticale di uscita pari all'energia richiesta per l'altezza da superare.

Pertanto tutti gli atleti devono allenarsi in tutte le forme di tecniche e in tutti i momenti biomeccanici che generano energia per il salto, ma alla fine saranno le sue caratteristiche a renderlo più o meno veloce, più o meno rimbalzante, con più o meno rimbalzo con il piede di stacco o con più o meno caricamento sull'arto di stacco.

La conferma ce la forniscono proprio 3 saltatori prossimi ai 2,40: Tamberi, Drouin e Ukov, capaci tutti di elevare il CM di 118-120 per valicare tali

misure, ma con parametri biomeccanici molto diversi, con angoli di impostazione e caricamento su ultimo e penultimo, diversi, con tempi di stacco differente e tipologie di stacco differenti, oltre ad avere strutture fisiche abbastanza diverse.

La seconda parte di questo lavoro parte proprio da qui, ovvero mette a confronto le caratteristiche dei vari saltatori classificate secondo alcuni parametri biomeccanici, che segnano la tecnica il tipo di salto di ciascuno.

Analisi statistica di alcuni di parametri biomeccanici in saltatori di varie epoche

Si aggiungono brevemente alcune statistiche di classificazione di un certo numero di saltatori ricercati attraverso varie epoche, al fine di mostrare attraverso l'analisi di pochi parametri biomeccanici come l'espressione del salto presenta una componente tecnica più orientata alla velocità o alla forza. Abbiamo cercato di evidenziare quali modelli di salto sono stati utilizzati in periodi differenti e quale fosse l'approccio tecnico. Non abbiamo voluto



fare una ricerca esaustiva che classificasse in modo abbastanza rigoroso un certo numero di saltatori per epoca, ma semplicemente andare a vedere se i saltatori veloci gareggiassero anche in periodi precedenti all'attuale, e analizzare i comportamenti di questi atleti per suddividerli in 3 fasce tecniche: saltatori veloci, saltatori di forza e saltatori forza-velocità, intendendo quelli dotati di buona velocità, ma con caricamenti ancora importanti. Da circa 40 salti analizzati attingendo da fonti bibliografiche su studi e ricerche o da video analisi su filmati a 300 fps delle ultime olimpiadi, si sono studiati solo 5 parametri (in alcuni casi solo 3) che potessero essere presenti in tutte le epoche nelle varie ricerche storiche e ricavabili dalle video analisi per i tempi attuali.

I parametri considerati sono i seguenti:

1. **la velocità orizzontale di entrata allo stacco**, riportata da testi e ricerche pubblicate, e non valutabile per i salti in video analisi;
2. **l'angolo al ginocchio nella presentazione dell'arto al contatto** (knee angle td);
3. **l'angolo al ginocchio nella massima flessione durante lo stacco** (max. caricamento);
4. **delta angolo** – differenza tra l'angolo al ginocchio nella presentazione e nella massima flessione;
5. **il tempo di stacco take off TC**.

A questo punto abbiamo fissato per ciascuno degli indicatori 1, 4 e 5 una griglia di riferimento da 1 a 3, indicando con 1 le caratteristiche più dinamiche, con 2 quelle intermedie e con 3 quelle più condi-

zionali. Nella colonna Valutazione sono espressi i range per la classificazione, distinguendo i salti analizzati con solo 2 parametri e quelli invece con tutti e 3 parametri.

Ecco la legenda con le classificazioni in tabella 5. Assegnando per ogni caratteristica un punteggio da 1 a 3 alle caratteristiche del salto analizzato, poi confrontando la somma ottenuta con la tabella si possono classificare i salti nelle 3 diverse categorie, come si vede nella tabella 6 di esempio.

Tabella esempio calcolo punteggi di classificazione

Successivamente abbiamo suddiviso i vari salti analizzati per tipologia di classificazione ovvero i veloci con i veloci, i forti con i forti e i misti con i misti. Presentando valori medi e DS, in quanto un'analisi disaggregata ci evidenzia un dato più realistico della media su qualsiasi tipo di saltatore, con DS troppo elevate, come quando si analizzano i risultati di un'intera competizione.

Queste classificazioni così ottenute ci rimandano alla domanda iniziale del nostro project Work, dove ci chiedevamo quale fosse il contributo di energia cinetica che il saltatore riesce a produrre durante lo stacco, un contributo più direttamente legato all'espressione dinamica del salto (energia di impatto e rimbalzo dell'arto di stacco, e quella d'impatto e rimbalzo della leva piede) o più basato sull'espressione di forza concentrica (azione di caricamento). Come abbiamo visto l'espressione dinamica non è del tutto esaustiva, ma può essere valorizzata a partire da alcuni atteggiamenti tecnici che saltatori

LEGENDA	Punti	Velocità	Delta	Take off TC	Valutazione	
					Punteggi con 2 indicatori	Punteggio con 3 indicatori
Velocità	1	over 7,80	under 20	under 155	punt. 2-3	Punti 2-3-4
Forza-Velocità	2	7,79-7,50	da 20 a 27	da 155 a 175	punt. 4	Punti 5-6
Forza	3	under 7,50	over 27	over 175	punt. 5-6	Punti 7-8-9

Tabella 5

classificabili come veloci presentano nel loro salto. L'aspetto condizionale legato al caricamento e ugualmente presente in tutti i saltatori, ma con differenze chiaramente evidenziate dai parametri analizzati nelle tabelle 7, 8 e 9, e che ci rimandano a metodologie di preparazione differenti.

Infatti i saltatori veloci anche nella preparazione si differenziano nello sviluppo di grandi volumi di corsa, corsa specifica sulla traiettoria della rincorsa passando sotto i ritti posti fuori dal saccone, con un'azione di corsa più improntata ad appoggi veloci meno appoggiati su tutta la pianta e con angoli al ginocchio più aperti. La preparazione sulla forza uti-

lizza molto la pliometria (Forza Eccentrica-Riflessa), in forma intensiva da altezze più elevati e anche con esercizi speciali attraverso l'utilizzo di elastici per migliorare il tempo di contatto a terra a parità di potenza, come utilizza Tamperi nella sua preparazione. Anche gli esercizi in isometria rappresentano un tipo di potenziamento mirato eseguito con gli angoli di utilizzo nella dinamica dello stacco. Queste sono alcuni esempi di come la tecnica cambia in ragione di uno stacco che intende valorizzare di più un certo tipo di contributo biomeccanico. Dall'altra parte chi conserva come predominante l'aspetto della Forza presenta angoli più chiusi

Atleta	Anno	Result	Veloc. Oriz.	Max. Flex.	Arto presentaz.	Delta Ang.	TC Take off	Coef.	Delta	Take off	Veloc.	Totale
TAMBERI												
Ancona indoor	2016	236	n.r.	158	170	12	162	V	1	2	*	3
DROUIN Rio	2016	238	n.r.	140	165	25	130	V	2	1	*	3
THOMAS Rio	2016	225	n.r.	144	174	30	166	FO	3	2	*	5
Gazal Rio	2016	225	n.r.	134	165	31	193	FO	3	3	*	6
BARSHIM Rio	2016	233	n.r.	139	171	32	150	F-V	3	1	*	4

Tabella 6

VELOCITA'	Period	Result	Horizon.Veloc.	Knee Angle TD	Max Flex.Knee	Delta Ang.	TC TAKE off
NAGEL	1982	224		171	155	16	139
CONWAY	1986	222	7,6	155	140	15	150
Holm	2005	229	8,11	161,86	143	18,5	150
Topic	2005	225	8,29	173,9	164	10,4	135
Iannou	2005	225	7,67	166,01	148	17,57	155
Sokolovskyy	2005	220	7,99	167,38	150	17,31	170
Ioannou	2007	235	7,61	151	145	6	148
TAMBERI Ancona ind.	2016	236	*	170	158	12	162
DROUIN	2016	238	*	165	140	25	130
BARSHIM	2016	236	*	168	142	26	143
BONDARENKO	2016	225	*	167	142	25	137
Ioannou	2016	225	*	161	140	21	143
Average		228	7,88	165	147	17	145
DS		6,2	0,3	6,6	7,9	6,2	10,7

Tabella 7 - Atleti classificati velocità.

nella corsa, talvolta con appoggi molto più lunghi e appoggiati su l'intera pianta, elemento che si valuta particolarmente sul penultimo appoggio e sul massimo caricamento allo stacco. In quella condizione il contributo di Forza Concentrica attraverso le esercitazioni con Sovraccarico e le alzate Olimpi-

che costituiscono una quota importante della preparazione, insieme ai balzi verticali (su ostacoli anche con rincorsa) e orizzontali. In occasione dell'incontro dello scorso aprile a Formia con il Gruppo dei saltatori inglesi di Fuzz che segue il nostro Fasiniotti, abbiamo potuto osservare alcuni esercizi di

FORZA - VELOCITA'	Period	Result	Horizon.Veloc.	Knee Angle TD	Max Flex.Knee	Delta Ang.	TC TAKE off
MOGENBUR	1982	230	*	166	139	27	158
TREPIZUR	1982	227	*	169	149	20	168
SOTOMAJOR	1986	225	8.2	160	143	17	190
GOUSHENKO	1986	219	8	173	141	32	170
Sjoberg	1987	236	7.9	139	169	30	165
Saunders	1987	234	7.7	151	159	8	160
Krymareenko	2005	232	7.99	172	146	26	170
Ciotti	2005	229	8.03	170	144	26	175
BARSHIM	2016	233	*	171	139	32	150
Kinard	2016	233	*	163	137	26	174
Average		230	7.97	163	147	24	168
DS		5.1	0.2	1.1	1.0	0.7	1.1

Tabella 8 - Atleti classificati forza-velocità.

FORZA	Period	Result	Horizon.Veloc.	Knee Angle TD	Max Flex.Knee	Delta Ang.	TC TAKE off
MULLER	1986	222	6.8	167	136	31	150
Avdeyenko	1987	238	7.8	140	172	32	195
Conway	1987	234	7.2	130	155	25	175
Moya	2005	229	7.36	164	135	28	200
Rybakov	2005	229	7.59	168	142	27	190
Boswell	2005	229	7.87	164	128	37	190
Baba	2005	229	7.28	172	142	30	185
Voronin	2005	229	7.31	167	143	24	190
Frösen	2005	220	7.55	172	145	28	180
Hemingway	2005	220	8.10	167	138	28	180
Thomas	2007	235	7.87	161	133	28	180
Rybakov	2007	235	7.57	170	139	31	192
THOMAS	2016	225	*	174	144	30	166
Gazal	2016	225	*	165	134	31	201
Grabaz	2016	225	*	166	140	26	184
Baba (salto nullo)	2016	225	*	171	140	31	187
Average		228	7.53	164	142	29	184
DS		5.4	0.4	4.0	3.9	2.3	9.2

Tabella 9 - Atleti classificati forza.

forza concentrica come 1/3 di squat concentrico esplosivo, e sappiamo anche che nella pliometria generalmente utilizzano un'altezza standard, senza una ricerca esasperata del rimbalzo più potente e dinamico, come avviene nella preparazione di saltatori più veloci.

Naturalmente qui abbiamo un po' estremizzato, perchè a meta tra questi due modi di interpretare il salto c'è tutto un mondo che utilizza metodologie miste, del primo e secondo tipo, nel tentativo di sposare e valorizzare al meglio le proprie caratteristiche fisiche, che restano il punto di riferimento centrale per la decisione del processo di allenamento di ciascun atleta.

Tra l'altro anche dalle tabelle proposte si può vedere come alcuni atleti presentino caratteristiche simili nel tempo, mentre altri siano evoluti in una direzione o nell'altra passando da un periodo ad uno successivo, adattando il proprio modello tecnico ad una diversa preparazione.

Ricordiamoci infine il fatto che misure importanti siano state raggiunte da diversi saltatori in tempi differenti e in diverse modalità esecutive, a conferma della totale individualizzazione della tecnica di salto e della preparazione.

Conclusioni

La sintesi di tutto questo lavoro è costituita dalla consapevolezza di dover valutare ogni aspetto del salto, in termini di analisi dei parametri biomeccanici e saperli leggere alla luce dei principi che abbiamo esposti per le leve meccaniche, che hanno comunque la funzione di modello, ma sono regolate dalle stesse leggi fisiche che regolano il momento del salto.

Importante sarà scegliere il parametro su cui intendo lavorare per rendere un determinato aspetto tecnico più funzionale, e poi selezionare gli esercizi per attuare il processo di allenamento in tal senso. Questo è il tentativo di fare chiarezza su **“Che cosa causa un determinato effetto e cosa alleno per quella causa”**: se voglio allenare il rimbalzo da impatto mi preoccuperò di lavorare su una presentazione più vicina ai 45°, di aumentare la velocità d'entrata e allenare l'effetto eccentrico – riflesso della gamba con esercitazioni pliometriche e iso-

metriche per la compattezza allo stacco; Se voglio allenare la risposta concentrica di risposta al caricamento allenerò lavoro eccentrico e concentrico per il quadricipite, al fine di allenare il muscolo a reagire più velocemente.

È quindi fondamentale sapere perchè lo faccio e in quale direzione sto spostando la tecnica e il lavoro che vado a produrre, anche perchè come abbiamo visto non tutti i contributi si sommano linearmente ma alcuni agiscono in opposizione, e così conseguentemente fanno i lavori per il loro sviluppo. Non si pensa di offrire ricette vincenti per nessuno, ma di solo aumentare la capacità critica e di valutazione dell'allenamento, della meccanica del gesto e delle scelte da attuare sul campo nella preparazione dell'atleta.

Come considerazione finale aggiungerei che questo lavoro potrebbe essere continuato, raffinato con eventuali modelli meno semplici e con più gradi di libertà per un calcolo ancora più vicino alla realtà, e sviluppato in quelle componenti che qui non abbiamo trovato il tempo per affrontarli.

Aggiungerei anche l'invito alla Federazione a perseguire la strada della ricerca biomeccanica, sia teorica e che applicata, con il fine di fornire a l'intero mondo dei tecnici di atletica leggera strumenti sempre più precisi di analisi e confronto, e valutare nuove strategie tecniche per poter sfruttare i principi biomeccanici del gesto atletico. Un percorso in cui altre federazioni sembrano aver già creduto e aver fatto ricerche in tal senso.

Quale ringraziamento del Prof. Millucci Vincenzo, docente di Fisica Matematica presso l'Università di Siena, mio ex professore, e fondamentale sostegno per lo sviluppo dei Calcoli di Meccanica, vorrei chiudere lasciando le poche righe che il prof. Mi ha scritto per e-mail il giorno successivo l'invio della prima bozza del Project Work:

«Io sono contento che le Equazioni fondamentali del moto di sistemi rigidi, insieme ai Principi Fondamentali della Dinamica dei corpi rigidi (Conservazione della Quantità di moto, del Momento della quantità di moto, Teorema delle forze vive) siano state messe in relazione, almeno per questa volta, non a noiosi esercizi scolastici, ma a situazioni di grande interesse sportivo».

VINCENZO MILLUCCI

Bibliografia

- Michiyoshi Ae, Ryu Nagahara, Yuji Ohshima, Hiroyuki Koyama, Megumi Takamoto, Kazuhito Shibayama, *Biomechanical analysis of the top three male high jumpers at the 2007 World Championships in Athletics*
- Helene O., *A unified model for the long and high jump. Instituto de Fisica, Universidade de São Paulo.*
- M. T. Yamashita, *Unidade Diferenciada de Itapeva, Universidade Estadual Paulista*
- *Fisica Generale* di Sergio Rosati
- *Fisica dello Sport* di Kristov Ernst
- *Biomechanical analysis of the high jump at the 2005 IAAF World Championships in Athletics*
- *Biomechanical analysis of the top three male high jumpers at the 2007 World Championships in Athletics*
- *Il Salto in Alto dalla A alla Fosbury - di M.Astrua – Centro Studi e Ricerche FIDAL*

Letteratura sui dati delle analisi biomeccaniche in varie epoche

- *High jump: results of a biomechanic study. Extract from the Scientific Report of the IAAF Biomechanic Research on the first World Junior Championships 1986*

Ringraziamenti

- *Materiale video, Foto e statistiche a cura di Giuliano Corradi.*
- *Si ringrazia per il fondamentale sostegno e guida nella ricerca sperimentale il Prof. Della Facoltà di Matematica e Fisica Vincenzo Millucci, già docente del corso di Fisica Matematica.*
- *Si ringraziano anche il tecnico Gianni Cecconi per le riprese video a 240 fps rilevate nei test fatti e l'atleta Anna Pau per il suo contributo tecnico atletico.*

Il miglioramento della prestazione nello sprint

Verifica dei potenziali margini di ottimizzazione del riscaldamento

Michael Keiner, Andre Sander, Andreas Schlumberger, Klaus Wirth, Dietmar Schmidtbleicher

I programmi di riscaldamento finalizzati a migliorare le prestazioni nello sprint includono spesso un riscaldamento ad intensità da limitate a moderate (cfr. Bishop, 2003; Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Schrader, 2010). Inoltre, nel riscaldamento si integrano esercizi di allungamento statico e dinamico ed esercizi coordinativi dall'ABC della corsa (cfr. Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Schrader, 2010), allunghi e prove di partenza. Oltre a tali esercizi, nei programmi di riscaldamento si trovano anche esercizi di stabilizzazione al fine di attivare la muscolatura del tronco (cfr. Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Schrader, 2010; Wood & Roubenoff, 2000).

Sebbene l'efficacia di un programma di riscaldamento comprensivo

di attivazione generale, esercizi coordinativi, allunghi, prove di partenza ed esercizi di allungamento al fine di migliorare le prestazioni sia documentata in letteratura (cfr. Elam, 1986; Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b), resta ancora controversa l'eventuale integrazione aggiuntiva degli esercizi di stabilizzazione per la muscolatura del tronco (si veda a tal proposito Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Thomas, 2000). Non sono ancora stati documentati, infatti, studi scientifici sull'efficacia di tali esercizi relativamente allo sprint.

1. Introduzione

Il riscaldamento mira a preparare l'atleta ad un successivo carico allenante. Ciò significa aumentare il livello prestativo dell'atleta migliorando i fattori fisiologici e psicologici di partenza, come la capacità prestativa e la capacità di affrontare la prestazione dal punto di vista neuromuscolare, organico e mentale (cfr. Bishop, 2003; de Marées, 2003; Fradkin, Zazryn & Smolgia, 2010; Hedrick, 1992; Hollman & Strüder, 2009; Israel, 1977; Schiffer, 1997; Weineck, 2009, 2010). Il riscaldamento, con le variazioni fisiologiche e psicologiche ad esso connesse, serve inoltre a prevenire eventuali infortuni (cfr. Bishop, 2003; de Marées, 2003; Israel, 1977; Hollman & Strüder, 2009; Weineck, 2009, 2010; Zentz et al., 1998) e può essere attuato in forma di riscaldamento generale, speciale e mentale.



Il **riscaldamento generale** descrive, nelle varie discipline, l'attivazione simpaticotonica del sistema cardio-circolatorio sino al raggiungimento di intensità submassimali, il che porta ad un aumento della gittata cardiaca, della frequenza cardiaca e della vascolarizzazione della muscolatura (cfr. de Marées, 2003). L'aumento della gittata cardiaca, inoltre, rende la respirazione più economica. A livello muscolare, invece, il riscaldamento attivo e il metabolismo energetico consentono di produrre calore (cfr. Elam, 1986; Hedrick, 1992). Sfruttando la maggiore vascolarizzazione, l'energia formatasi a livello muscolare viene, quindi, trasportata con il flusso sanguigno nel resto dell'organismo facendo salire, seppur con leggero ritardo, anche la temperatura corporea interna. A tal proposito, Schiffer (1997, p. 27) fa riferimento alle ricerche di Bamford et. al., le quali stabilirono che l'aumento nelle prestazioni sia da correlare alla maggiore temperatura a livello muscolare, ma non alla maggiore temperatura corporea interna. Brück (1987, p. 15 e successive) ha addirittura potuto dimostrare che ad una temperatura corporea interna inferiore si possono raggiungere carichi e prestazioni di resistenza migliori. Grazie al sudore, il corpo prova ad evitare, almeno in parte, un rialzo della temperatura interna al fine di poter mantenere la sua piena capacità prestativa. L'aumento della temperatura muscolare è, invece, fondamentale per migliorare le prestazioni. De Marées (2003, p. 565) afferma, infatti, che ad una temperatura muscolare crescente i processi metabolici avvengono più velocemente (cfr. anche Maehl & Höhnke, 1988). A tal proposito va considerato che tale velocità è determinata in buona misura dal comportamento enzimatico, il quale è stimolato da un'aumentata temperatura o attività corporea (cfr. Israel, 1977; Astrand & Rodahl, 1977).

Il **riscaldamento speciale** è strettamente legato alla disciplina sportiva praticata: durante il riscaldamento speciale si eseguono, infatti, esercizi che servono ad aumentare l'attivazione della muscolatura impegnata nella specifica disciplina sportiva (cfr. Bishop, 2003; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Weineck, 2010).

La muscolatura si tonifica grazie alla stimolazione dei processi nervosi. Inoltre, aumenta lo stato di tensione a livello muscolare e perciò la muscolatu-

ra può contrarsi più velocemente, risulta più prestante e meno soggetta ad eventuali infortuni (cfr. Maehl & Höhnke, 1988; Oltmanns, 2009; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b). De Marées (2003, p. 566) afferma che l'aumentato lavoro muscolare dovuto al riscaldamento riduce le resistenze elastiche e viscosi a livello muscolare.

In questo modo, la velocità di contrazione dei muscoli aumenta mentre diminuisce la probabilità di incorrere in eventuali infortuni (cfr. Weineck, 2010). La tonificazione muscolare può essere originata soprattutto da stimoli brevi e intensi, sebbene sia necessario prestare attenzione affinché tali stimoli non risultino troppo affaticanti. Oltre all'attivazione delle estremità inferiori, della catena estensoria e flessoria, dovrebbe aver luogo anche un'attivazione della muscolatura del tronco, aspetto al quale viene attribuita grande importanza soprattutto nelle prestazioni di forza veloce (cfr. Nett, 1974; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b).

I programmi di riscaldamento finalizzati a migliorare le prestazioni nello sprint includono spesso un riscaldamento ad intensità da limitate a moderate (cfr. Bishop, 2003; Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Schrader, 2010).

Inoltre, nel riscaldamento si integrano esercizi di allungamento statico e dinamico ed esercizi coordinativi dall'ABC della corsa (cfr. Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a; Schrader, 2010), allunghi e prove di partenza. Oltre a tali esercizi, nei programmi di riscaldamento si trovano anche esercizi di stabilizzazione al fine di attivare la muscolatura del tronco (cfr. Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Schrader, 2010; Wood & Roubenoff, 2000). Sebbene l'efficacia di un programma di riscaldamento comprensivo di attivazione generale, esercizi coordinativi, allunghi, prove di partenza ed esercizi di allungamento al fine di migliorare le prestazioni sia documentata in letteratura (cfr. Elam, 1986; Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b), resta ancora controversa l'eventuale integrazione aggiuntiva degli esercizi di stabilizzazione per la muscolatura del tronco (si veda a tal proposito Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Thomas, 2000). Non sono ancora stati documentati, infatti, studi scientifici sull'efficacia di tali esercizi relativamente allo sprint.

2. Basi teoriche

Il movimento dello sprint è asimmetrico rispetto all'ambito mediano del corpo (cfr. Schöllhorn, 2003). La forza di estensione e slancio delle estremità inferiori, necessaria per muoversi direttamente verso l'avanti, è, infatti, sostenuta dalla forza della parte superiore del corpo che genera uno slancio potente dalle leve dell'arto superiore (cfr. Nett, 1974). Grazie all'asimmetria dovuta alle estremità e all'accelerazione del corpo nello sprint, su tronco e anche agiscono forze importanti che devono essere intercettate e trasportate dal corsetto muscolare del tronco (cfr. Nett, 1974; Nesser & Lee, 2009). In questo modo si garantisce una trasmissione ottimale della forza delle estremità che si concretizza in un movimento verso l'avanti efficace e prestante (cfr. Schöllhorn, 2003).

Una muscolatura del tronco forte migliora la trasmissione della forza nel movimento dello sprint con effetti favorevoli sulle prestazioni (cfr. Hedrick, 2000; Nesser & Lee, 2009; Willardson, 2007). Una scarsa trasmissione della forza durante lo sprint può portare, invece, a successivi carichi errati e non fisiologici della colonna vertebrale e, quindi, ad un maggiore rischio di infortuni (cfr. Brown, 2006; Brummitt, 2005; Cisik, 2002; Nesser et al. 2008; Schöllhorn, 1995, 2003). Considerando che nello sprint le forze di reazione a terra sono un multiplo del peso corporeo, l'importanza della muscolatura del tronco risulta ancora più marcata (cfr. Joch, 1992; Mero, 1988; Schöllhorn, 2003).

Di conseguenza, durante il riscaldamento generale e speciale si dovrebbe prestare attenzione anche alla muscolatura del tronco (cfr. Swanson, 2006). Per attivarla si possono utilizzare esercizi di stabilizzazione (Devore & Hagerman, 2006; Freiwald, 1991; Sagerer & Freiwald, 1994a, 1994b; Schrader, 2010; Wood & Roubenoff, 2000) anche a corpo libero per poter sollecitare i vari muscoli del tronco utilizzando le corrispondenti leve corporee. Dei muscoli del tronco fanno parte, tra gli altri, i muscoli addominali (m. rectus abdominis, m. obliquus internus ed externus, m. transversus) e il m. erector spinae (cfr. Brown, 2005; Cisik, 2002; Hedrick, 2000; Platzer, 2005). Un esercizio di stabilizzazione della musco-

latura del tronco è quindi un esercizio che stabilizza il corpo in una determinata posizione tramite un'attivazione dei muscoli del tronco. Di questi esercizi fanno parte, tra gli altri, il plank laterale, gli esercizi in quadrupedia, i crunch e diverse forme di bridging. A tal proposito, va considerato che oltre ai muscoli del tronco, si sollecitano e attivano anche i muscoli delle estremità (cfr. Maehl & Höhnke, 1988).

3. Disegno della ricerca

I soggetti che hanno preso parte allo studio sono giocatori di calcio (n=121) del centro prestazioni in età evolutiva di una squadra professionistica delle categorie di età compresa tra under 14 ed under 19. I soggetti sono stati suddivisi in due gruppi: un gruppo di soggetti ha svolto un **programma di riscaldamento in uso nel calcio (FAP)** mentre l'altro gruppo di soggetti ha eseguito lo **stesso programma di riscaldamento ampliato con esercizi di stabilizzazione per la muscolatura del tronco (APS)**. Il primo gruppo (n=65) ha prima svolto il FAP e, in una giornata successiva di test, l'APS. Il secondo gruppo (n=56) ha svolto prima l'APS e, successivamente, il FAP.

Entrambi i programmi di riscaldamento includono una corsa specifica di ca. 5 minuti ad intensità da limitata a moderata, 5 minuti di esercizi dall'ABC della corsa, ad es. corsa a ginocchia alte, corsa calciata e step laterali, un programma di allungamento dinamico di 3 minuti per le estremità inferiori (cfr. anche Oltmanns, 2009) e, per concludere, tre allunghi sui 50 metri con brevi pause di cammino. Nell'APS, il programma per la stabilizzazione del tronco è stato eseguito tra l'allungamento dinamico e gli allunghi. Gli esercizi di stabilizzazione del tronco sono organizzati in un circuito di quattro esercizi da eseguirsi in tre serie. Dagli under 16 sino agli under 19 sono stati eseguiti l'esercizio in quadrupedia (figura 1, 8 ripetizioni per lato), il plank a braccia piegate (figura 2, 8 ripetizioni per arto inferiore), bridging monolaterale con innalzamento del bacino (figura 3, 8 ripetizioni per arto inferiore), plank laterale con piegamento ed estensione alternata degli arti inferiori (figura 4, 8 ripetizioni per lato). Un-

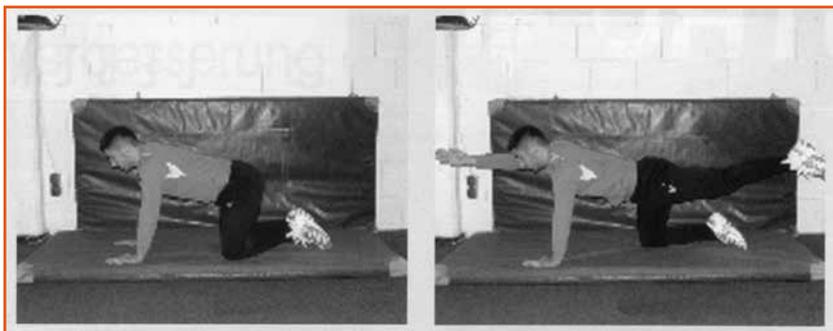


Figura 1 - Esercizio in quadrupedia (posizione iniziale, posizione finale).

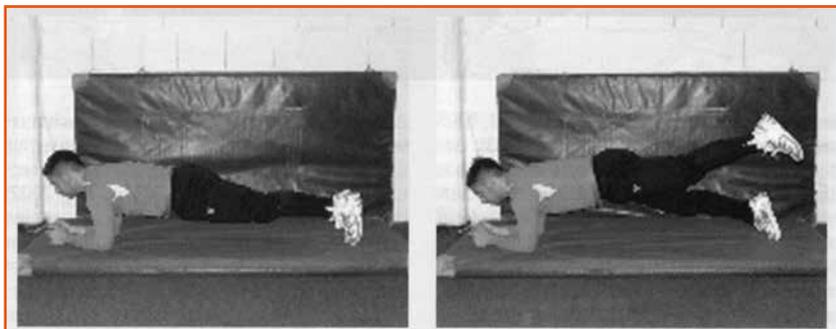


Figura 2 - Plank con braccia piegate (posizione iniziale, posizione finale).

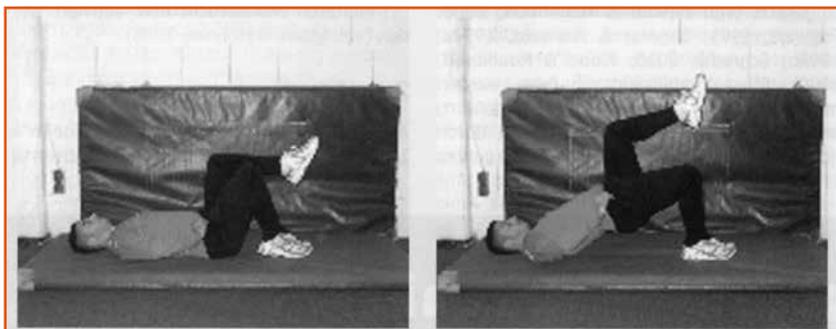


Figura 3 - Bridging monolaterale con innalzamento del bacino (posizione iniziale, posizione finale).

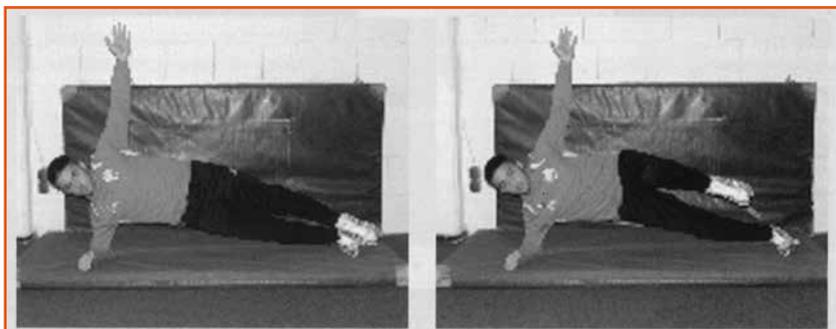


Figura 4 - Plank laterale con piegamento ed estensione alternata degli arti inferiori (posizione iniziale, posizione finale).

der 14 ed under 15 hanno, invece, eseguito l'esercizio in quadrupedia (figura 1, 8 ripetizioni per lato), i crunch (figura 5, 8 ripetizioni), il bridging bilaterale con estensione alternata degli arti inferiori (figura 6, 6 ripetizioni per arto inferiore) e il plank laterale con abduzione dell'anca (angolo al ginocchio di 90°) (figura 7, 8 ripetizioni per lato). Gli esercizi di stabilizzazione erano già noti ai soggetti poiché eseguiti in precedenza per almeno 6 volte.

I programmi di stabilizzazione diversi per gruppi di età sono stati scelti al fine di evitare un eccessivo affaticamento nei soggetti più giovani e di garantire un'attivazione sufficiente nei gruppi di età superiore (cfr. Sagerer & Freiwald, 1994a).

4. Metodi di ricerca

La prestazione nello sprint è stata rilevata su uno sprint rettilineo di 30 metri e uno sprint con cambio di direzione. Nello sprint rettilineo il tempo è stato misurato tramite 7 coppie di fotocellule, a partire dalla prima coppia di fotocellule. La partenza è stata effettuata a discrezione dei soggetti e pertanto il tempo di reazione non è stato incluso nella misurazione. In ogni caso, il punto di partenza è stato impostato a minimo 0,75 metri dalla coppia di fotocellule di partenza, al fine di evitare un'attivazione precoce della misura, ad esempio con un movimento della mano o per via della posizione inclinata verso l'avanti della parte superiore del corpo. Il tempo nello sprint rettilineo è stato misurato a 5, 10, 15, 20, 25 e 30 metri.

Per lo sprint con cambio di direzione, invece, è stato marcato con dei coni un triangolo equilatero (con angolo di 60

gradi e lati di 5 metri ciascuno). Il primo tempo intermedio è stato misurato al termine di uno sprint di 2,5 metri seguito da uno sprint con cambio di direzione di pari distanza. Il secondo tempo intermedio è stato misurato percorsi altri 5 metri con cambio di direzione a metà percorso. Nei primi 10 metri sono stati, quindi, effettuati due cambi di direzione. Il punto di partenza è stato posizionato ad un minimo di 0,75 metri dalla prima coppia di fotocellule. I soggetti hanno effettuato le prove di sprint con cambio di direzione sia lasciandosi di marcatori sulla destra, sia sulla sinistra (cfr. figura 8). I 121 soggetti che hanno partecipato allo studio sono stati suddivisi in due gruppi: il primo gruppo composto da 65 soggetti dei quali n=27 under 14 e under 15 e n=38 under 16, under 17 e under 19 e il secondo gruppo composto da 56 soggetti dei quali n=24 under 14 e under 15 e n=32 under 16, under 17 e under 19. Nel primo gruppo la ricerca è avvenuta in modo inverso rispetto al secondo gruppo, ossia: il primo gruppo ha dapprima eseguito il FAP e qualche giorno dopo l'APS, prima di effettuare i test di sprint. Il secondo gruppo ha eseguito, invece, le prove in ordine inverso.

La ricerca è stata configurata in questo modo per evitare eventuali problemi motivazionali. Tra le diverse misurazioni sono trascorsi da un minimo di quattro ad un massimo di sette giorni. Almeno due giorni prima di ciascuna misurazione non sono state svolte unità di allenamento particolarmente impegnative. Per ciascun soggetto sono state rilevate tre misurazioni sia nello sprint rettilineo, sia nello sprint con cambio di direzione e soltanto la prestazione migliore in termini di tempo è stata presa in considerazione.

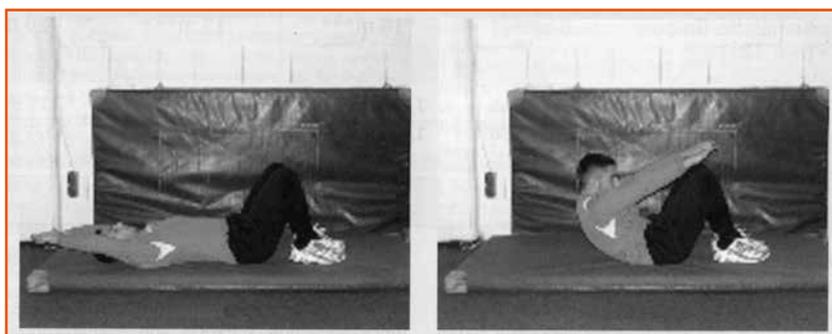


Figura 5 - Crunch (posizione iniziale, posizione finale).



Figura 6 - Bridging bilaterale con estensione alternata degli arti inferiori (posizione iniziale, posizione finale).

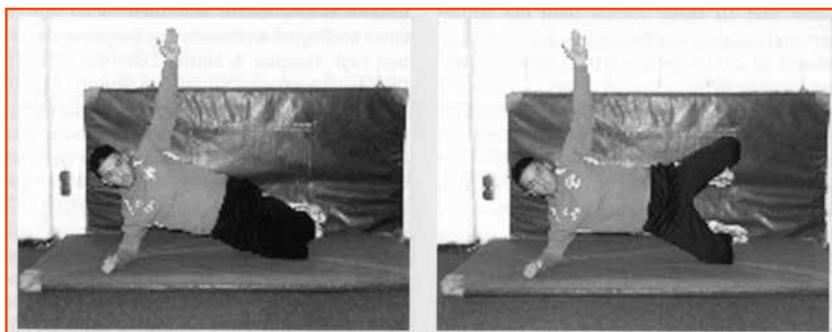
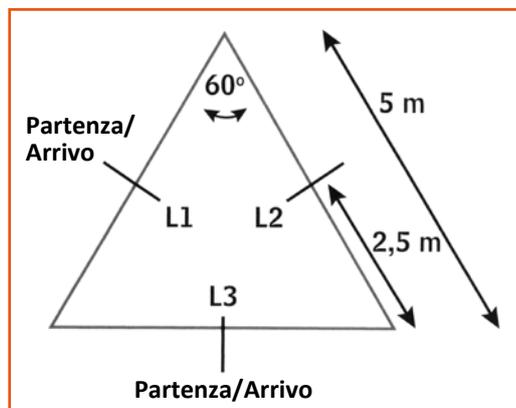


Figura 7 - Plank laterale con abduzione dell'anca (angolo al ginocchio di 90°) (posizione iniziale, posizione finale).

Figura 8 - Schema di impostazione per sprint con cambio di direzione.

L 1-3 = coppia di fotocellule 1-3; m = metri



5. Risultati della ricerca

I dati sono stati analizzati con il software statistico SPSS 17.0 e Microsoft Excel. Visti i diversi programmi di riscaldamento (figure da 1 a 7), i risultati relativi ai soggetti più giovani sono stati scorporati da quelli relativi ai soggetti di età superiore. Tutti i dati (n= 121) sono stati analizzati sulla distribuzione normale mediante test di Kolmogorov e Smirnov. Fatta eccezione per lo sprint con cambio di direzione sui 10 metri dopo il FAP, i soggetti più giovani (n=51) presentano una distribuzione normale in tutti i valori relativi allo sprint rettilineo. I soggetti di età superiore (n = 70) non presentano una distribuzione normale dei valori relativi allo sprint rettilineo a 10 e 15 metri dopo il FAP. Tutti i dati considerati come fuori dalla norma sono stati quindi testati alla ricerca di discordanze tramite test non-parametrico di Wilcoxon. Tutti i dati con distribuzione normale sono stati, quindi, testati a campione mediante t-test al fine di evidenziare eventuali discordanze. Il livello di significatività considerato per i test è stato di $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,001$. Inoltre, è stato condotto il test del chi quadro per poter escludere un potenziale errore α . Quindi sono stati calcolati gli effetti delle singole variabili secondo Cohen [$d = (M1-M2)/\text{radice} [(SD1*SD1 + SD2*SD2)/2]$]. In generale, gli effetti $> 0,50$ sono stati interpretati come

elevati, gli effetti da 0,50 a 0,30 moderati, gli effetti da 0,30 a 0,10 limitati e quelli $< 0,10$ triviali (cfr. Bortz & Döring, 2006, p.606). Poiché gli effetti secondo Cohen presentano un livello da limitato a moderato in tutte le variabili, si è deciso di accorpare i due gruppi in modo da avere un numero maggiore di soggetti. Dopo l'accorpamento dei soggetti (n = 121) i valori relativi allo sprint rettilineo dopo il FAP a 10, 15, 20, 25 e 30 metri non presentavano una distribuzione normale. Essi sono stati quindi controllati alla ricerca di discordanze mediante il test non parametrico di Wilcoxon. Tutti i dati con una distribuzione normale sono stati quindi testati a campione alla ricerca di discordanze tramite t-test. Il livello di significatività dei due test è di $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,001$. Infine sono stati calcolati gli effetti delle singole variabili secondo Cohen. L'analisi dei valori medi di cui alla tabella 1 mostra che i soggetti che hanno eseguito il programma di riscaldamento FAP sono stati significativamente più veloci in tutte le distanze misurate sullo sprint rettilineo ($p \leq 0,05$ sino a $p \leq 0,001$) rispetto ai soggetti che hanno eseguito il programma di riscaldamento APS. L'analisi degli effetti secondo Cohen ha permesso di evidenziare effetti da limitati a moderati (da 0,1 a 0,3) relativamente ai due programmi di riscaldamento. L'analisi dei valori medi di cui alla tabella 2 non evidenzia significative differenze tra i due programmi di

Gruppo completo (n=121)	5m**	10m***	15m***	20m***	25***	30***
FAP	1,049 ± 0,055	1,812 ± 0,028	2,495 ± 0,159	3,15 ± 0,192	3,776 ± 0,238	4,412 ± 0,279
APS	1,061 ± 0,056	1,833 ± 0,096	2,517 ± 0,133	3,175 ± 0,180	3,816 ± 0,226	4,455 ± 0,278
*p≤.05; **p≤.01; ***p≤.001						

Tabella 1 - Valori medi sprint rettilineo.

Gruppo completo (n=121)	5m a sinistra	10m a sinistra**	10m a sinistra**	5m a destra***	10m a destra**
FAP	1,769 ± 0,082	3,273 ± 0,201	3,273 ± 0,201	1,743 ± 0,103	3,324 ± 0,161
APS	1,785 ± 0,099	3,332 ± 0,167	3,332 ± 0,167	1,782 ± 0,084	3,374 ± 0,164
*p≤.05; **p≤.01; ***p≤.001					

Tabella 2 - Valori medi sprint con cambio di direzione.

riscaldamento nello sprint con cambio di direzione sui 5 metri a sinistra. Per i tempi misurati negli sprint sui 10 metri a sinistra, 5 metri e 10 metri a destra, l'analisi dei valori medi mostra che i soggetti che hanno precedentemente eseguito il FAP sono stati significativamente più veloci ($p \leq 0,05$ sino a $p \leq 0,001$) rispetto ai soggetti che hanno eseguito l'APS. Tuttavia, l'analisi degli effetti secondo Cohen ha permesso di evidenziare per tutte le discordanze significative misurate nello sprint con cambio di direzione soltanto effetti da limitati a moderati (da 0,1 a 0,4) relativamente ai due programmi di riscaldamento.

6. Discussione

I risultati delle analisi dei valori medi mostrano differenze significative sia nello sprint rettilineo, sia nello sprint con cambio di direzione, dopo aver eseguito i due diversi programmi di riscaldamento. Tuttavia, tali risultati sono relativi se si osservano i loro effetti, calcolati come da limitati a moderati. Da ciò si evince, quindi, che i diversi programmi di riscaldamento non producono differenze rilevanti nella pratica della prestazione dello sprint. Si tratta, in altre parole, di risultati che non sono in grado di confermare un effetto migliorativo della prestazione nello sprint grazie agli esercizi di stabilizzazione integrati nel riscaldamento (cfr. Maehl & Höhnke, 1988; Schiffer, 1997).

Uno studio condotto da Elam (1986, p. 31) dimostra che un riscaldamento a intensità crescenti in diversi esercizi conduce ad una maggiore attivazione di unità motorie. Lo stimolo aggiuntivo degli esercizi di stabilizzazione della muscolatura del tronco pare, tuttavia, aver fallito questo obiettivo: il motivo potrebbe consistere nella sovrapposizione di altri contenuti (ad es. esercizi mutuati dall'ABC della corsa, esercizi di allungamento dinamico ed allunghi) che, durante il riscaldamento, hanno contribuito ad una sufficiente attivazione della muscolatura del tronco. Già il riscaldamento generale ad intensità da limitate a moderate potrebbe aver contribuito ad un'iniziale attivazione, proprio per via della sua limitata intensità per la muscolatura sollecitata (cfr. Fletcher & Monte-Colombo, 2010a).

Quanto appena esposto è sostenuto anche da uno studio condotto da Ertugrul (2010, p. 953 e successive), nel quale sono stati messi a confronto diversi programmi di riscaldamento ed è stato possibile evidenziare come gli esercizi mutuati dall'ABC della corsa abbiano un effetto maggiormente positivo su uno sprint di 30 metri rispetto ad un riscaldamento ad intensità medio-basse (cfr. anche Fletcher & Jones, 2004). Osservando più in dettaglio proprio questi esercizi si nota che l'attivazione della muscolatura del tronco potrebbe già aumentare nella corsa a ginocchia alte, dove si sollecitano i flessori dell'anca quando si innalza l'arto inferiore, e nella corsa calciata, dove l'estensione della muscolatura addominale è contemporanea alla sollecitazione degli estensori del tronco (cfr. Maehl & Höhnke, 1988). In entrambi gli esercizi, considerati peraltro impegnativi dal punto di vista coordinativo, la muscolatura del tronco ha il compito di stabilizzare e trasferire forza.

Per evitare un eventuale affaticamento è quindi necessario prestare attenzione al dosaggio dei carichi (cfr. Maehl & Höhnke, 1988).

A conferma della notevole attivazione muscolare provocata dagli esercizi dell'ABC della corsa, anche in uno studio condotto da Faigenbaum et al. (2005, p. 378 e successive) non è stato possibile riscontrare miglioramenti nella forza di salto orizzontale e verticale grazie all'aggiunta di drop jump successivi all'esecuzione di esercizi mutuati dall'ABC della corsa. Anche Girard et al. (2009, p. 576 e successive) hanno riscontrato un'aumentata attivazione muscolare successivamente all'esecuzione di esercizi dall'ABC della corsa (cfr. anche Faigenbaum et al., 2010).

A quanto appena esposto si aggiungono gli effetti dell'allungamento dinamico: gli esercizi di allungamento potrebbero, infatti, aver ulteriormente intensificato l'attivazione muscolare. In uno studio condotto da Fletcher & Jones (2004, p. 86 e successive) è stato possibile dimostrare che, grazie agli esercizi di allungamento dinamico esistono variazioni positive, sebbene non statisticamente rilevanti, su uno sprint di 20 metri. Fletcher & Monte-Colombo (2010, p. 2098 e successive) hanno evidenziato che un programma di riscaldamento corredato di esercizi di allungamento dinamico conduce ad

un risultato positivo nelle azioni ove richiesta forza veloce (cfr. anche Amiri-Khorasani et al., 2010; Holt & Lambourne, 2008; McMillian et al., 2006): nella loro ricerca non è stato solo effettuato uno sprint rettilineo, ma anche uno sprint con cambio di direzione. Gli esercizi di allungamento per i flessori e per gli estensori dell'anca sono fondamentali: essi conducono anche ad un'aumentata attività dei fusi neuromuscolari della muscolatura del tronco e, quindi, ad un aumentato tono muscolare (cfr. anche Schiffer, 1997).

Inoltre, Skof e Strojnik (2007, p. 396 e successive) sono stati in grado di dimostrare che i programmi di riscaldamento che includono una combinazione di esercizi dall'ABC della corsa ed allunghi portano anch'essi ad un'aumentata attivazione della muscolatura interessata. Basti pensare, come già descritto in letteratura, che anche gli atleti specializzati nelle lunghe distanze ricorrono agli allunghi per tonificare la muscolatura (cfr. Schiffer, 1997). Un programma comprensivo di riscaldamento generale, esercizi mutuati dall'ABC della corsa, esercizi di allungamento dinamico ed allunghi sembra pertanto generare una sufficiente attivazione della muscolatura interessata nello sprint, inclusa la muscolatura del tronco. Per questo, un'ulteriore attivazione della muscolatura del tronco grazie ad esercizi di stabilizzazione non sembra necessaria.

Un ulteriore aspetto che deve essere discusso in questa sede è quanto marcato sia l'influsso della muscolatura del tronco sulle prestazioni nello sprint. A tal proposito, in letteratura si trovano correlazioni da scarse a limitate tra la prestazione nello sprint e la forza della muscolatura del tronco (cfr. Nesser & Lee, 2009; Nesser et al., 2008) e ciò fa pensare che l'attivazione della muscolatura del tronco rappresenti un fattore che limita poco la prestazione. Un'attivazione importante della muscolatura del tronco tramite esercizi di stabilizzazione porterebbe a miglioramenti della prestazioni trascurabili. Di conseguenza, come dimostrato anche dalla presente ricerca, si può sostenere che gli esercizi di stabilizzazione combinati con altri contenuti di riscaldamento non generino un'attivazione dei muscoli del tronco aggiuntiva e rilevante per lo sprint. Tale aspetto risulta ulteriormente rafforzato da uno stu-

dio di Tse et al. (2005) secondo il quale l'allenamento della muscolatura del tronco in un gruppo di rematori non ha portato ad un miglioramento delle loro prestazioni nello sprint.

Riassumendo, si afferma che il programma di stabilizzazione inserito nel riscaldamento non è stato in grado di ottenere gli effetti positivi desiderati relativamente alla prestazione nello sprint. Un programma di riscaldamento comprensivo di esercizi mutuati dall'ABC della corsa, esercizi di allungamento ed allunghi sembra, invece, portare ad un'attivazione sufficiente della muscolatura interessata in una prestazione di sprint.

7. Conclusioni per la pratica dell'allenamento

L'aggiunta dell'allenamento di stabilizzazione durante il riscaldamento non genera un ulteriore incremento delle prestazioni nello sprint rettilineo e nello sprint con cambio di direzione, piuttosto va ad inficiarne le prestazioni in termini di tempi: si tratta di un aspetto riscontrabile in diverse discipline sportive, di cui sono caratteristici gli sprint brevi sino a 30 metri o gli sprint con cambio di direzione, ad es. calcio, pallamano o basket. Anche per le singole discipline dell'atletica leggera, come lo sprint sui 100 metri o il salto in lungo, non ci si deve attendere un incremento delle prestazioni in seguito all'esecuzione di un programma di stabilizzazione durante il riscaldamento. Gli esercizi di stabilizzazione potrebbero portare ad un incremento della prestazione qualora, tuttavia, l'atleta dovesse presentare problemi di stabilizzazione del tronco: deficit muscolari di questo tipo possono inoltre essere superati grazie ad un allenamento della forza adeguato e a lungo termine.

*Titolo Originale: **Verbesserung der Sprintleistung***

*Da: **Leistungssport 2/2012***

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

Bibliografia

- Amiri-Khorasani, M., Sahebozamani, M., Tabrizi, K. G. & Yusof, A. B. (2010). Acute effect of different stretching methods on Illinois-Agility-Test in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (10), 2698-2704.
- Astrand, P. O. & Rodahl, K. (1977). *Textbook of Work Physiology*. New York: Mc Graham-Hill.
- Bishop, D. (2003). Warm-Up II. *Sports Medicine*, 33 (7), 483-498.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Brown, T. (2005). Core flexibility. *NSCA's Performance Training Journal*, 4 (4) 8-10.
- Brown, T. (2006). Core strength: Learning the overhead squat. *NSCA's Performance Training Journal*, 5 (5), 8-14.
- Brück, K. (1987). Warmlaufen oder Kaltstart. Sportliche Höchstleistungen durch Kälte. *Spiegel der Forschung*, 5, 13-16.
- Brumitt, J. (2005). Advanced lumbar stabilisation exercises. *NSCA's Performance Training Journal*, 4 (4), 11 f.
- Cisik, J. (2002). Programming abdominal training, Part I. *National Strength and Conditioning Association*, 24 (1), 9-15.
- De Marees, H. (2003). *Sportphysiologie*. Köln: Sportverlag Strauß.
- Devore, P. & Hagerman, P. (2006). A pregame soccer warmup. *Strength and Conditioning Journal*, 28 (1), 14-18.
- Elam, R. (1986). Warm-up and athletic performance: Physiological analysis. *NSCA-Journal*, 8 (2), 30-32.
- Ertugrul, G. (2010). Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (4), 950-956.
- Faigenbaum, A. D., Bellucci, M. M., Bernieri, A., Bakker, B. & Hoorens, K. (2005). Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), 376-381.
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Kelly, N. A., Ratamess, N. A., Kang, J. & Hoffman, J. R. (2010). Influence of recovery time on warm up effects in male adolescent athletes. *Pediatric Exercise Science*, 22, 266-277.
- Fletcher, I. M. & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 18, 885-888.
- Fletcher, I. M. & Monte-Colombo, M. M. (2010). An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (8), 2096-2101.
- Fletcher, I. M. & Monte-Colombo, M. M. (2010a). An Investigation into the possible physiological mechanism associated with changes in performance related to acute responses to different pre-activity stretch modalities. *Journal of Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35 (1), 27-34.
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R. & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming up on physical performance: A systematic review with meta analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (1), 140-148.
- Freiwald, J. (1991). *Aufwärmen im Sport*. Hamburg: Rowohlt.
- Girard, O., Carbonnel, V., Candau, R. & Millet, G. (2009). Running versus strength-based warm up: Acute effects on isometric knee extension function. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 573-581.
- Hedrick, A. (1992). Physiological responses to warm-up. *National Strength and Conditioning Association*, 14, 25-27.
- Hedrick, A. (2000). Training the trunk for improved athletic performance. *National Strength and Conditioning Association*, 22 (3), 50-61.
- Hollmann, W. & Strüder, H. K. (2009). *Sportmedizin*. Stuttgart: Schattauer.
- Holt, B. W. & Lambourne, K. (2008). The impact of different warm up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (1), 226-229.
- Israel, S. (1977). Das Erwärmen als Startvorbereitung. *Medizin und Sport*, 17 (12), 386 f.
- Joch, W. (1992). *Rahmentrainingsplan Grundprinzipien*. Aachen: Meyer & Meyer.

- Maehl, O. & Höhnke, O. (1988). *Aufwärmen*. Hamburg: Czwalina-Verlag.
- McMillian, D. J., Moore, J. H., Hatler, B. S. & Taylor, D. C. (2006). Dynamic versus static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (3), 492-499.
- Mero, A. (1988). Force-time characteristics and running velocity of male sprinters during the acceleration phase of sprinting. *Research Quarterly*, 59 (2), 94-98.
- Nesser, T., Huxel, K., Tincher, J. L. & Okada, T. (2008). The relationship between core stability and performance in division I football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (6), 1750-1754.
- Nesser, T. & Lee, W. (2009). The relationship between core strength and performance in division I female soccer players. *Journal of Exercise Physiology*, 12 (2), 21-28.
- Nett, T. (1974). *Der Sprint*. Berlin: Barteis & Wernitz. Oltmanns, K. (2009). *Gymnastik für das Aufwärmen*. Münster: Philippka-Sportverlag.
- Platzer, W. (2005). *Taschenatlas Anatomie- Bewegungsapparat Bd. 1*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Sagerer, C. & Freiwald, J. (1994a). *Aufwärmen Leichtathletik: Lauf und Sprung*. Hamburg: Rowohlt.
- Sagerer, C. & Freiwald, J. (1994b). *Aufwärmen Leichtathletik: Wurf und Stoß*. Hamburg: Rowohlt.
- Schiffer, H. (1997). *Physiologische, psychologische und trainingsmethodische Aspekte des Auf- und Abwärmens*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Schöllhorn, W. (1995). *Schnelligkeitstraining*. Hamburg: Rowohlt.
- Schöllhorn, W. (2003). *Eine Sprint- und Laufschule für alle Sportarten*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Schrader, A. (2010). Kleine Übungen mit großer Bedeutung. *Leichtathletiktraining*, 21 (4), 4-13.
- Skof, B. & Strojnik, V. (2007). The effect of two warm up protocols on some biomechanical parameters of the neuromuscular system of middle-distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), 394-399.
- Swanson, J. R. (2006). A functional approach to warm up and flexibility. *Strength and Conditioning Journal*, 28 (5), 30-36.
- Thomas, M. (2000). The functional warm up. *Strength and Conditioning Journal*, 22 (2), 51-53.
- Tse, M. A., McManus, A. M. & Masters, R. S. W. (2005). Development validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college age rowers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 547-552.
- Verheijen, R. (1998). *Conditioning for Soccer*. Spring City: Reedswain Videos and Books.
- Weineck, J. (2009). *Sportbiologie*. Balingen: Spitta.
- Weineck, J. (2010). *Optimales Training*. Balingen: Spitta.
- Willardson, J. M. (2007). Core stability training: Applications to sports conditioning programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (3), 979-985.
- Wood, M. & Roubenoff, R. (2000). Off-Season strength and conditioning program for high school athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 22 (1), 15-17.
- Zentz, C., Fees, M., Mehdi, O. & Decker, A. (1998). Incorporating resistance training in to the precompetition warm up. *Strength and Conditioning Journal*, 20 (4), 51-54.

GLI AUTORI

- Michael KEINER, ricercatore M.A., club di calcio „Kickers“
- Andre SANDER, ricercatore M.A., club di calcio „Kickers“
- Dr. phil. Andreas SCHLUMBERGER, ricercatore dell'allenamento e terapeuta dello sport
- PD Dr. phil. Klaus WIRTH, Istituto della ricerca dello sport, Goethe-Universität
- Prof. Dr. Dietmar SCHMIDTBLEICHER, ricercatore dell'allenamento e del movimento Goethe-Universität

Indirizzo dell'autore:

Michael Keiner, Theodor-Haubach-Weg 8
60386 Frankfurt/Main

e-mail: michaelkeiner@gmx.de

S/rubriche

FORMAZIONE CONTINUA

Convegni, seminari, workshop

Attività svolte direttamente
e in collaborazione con:



Seminario: "Niente Paura!": analisi psicologica della gara per un corretto approccio motivazionale"

Roma, 12 maggio 2019



Programma:

- Aspetti psicologici e motivazionali della gara – **Cecilia Somigli**
- Relazioni tra strati di ansia e infortunio – **Alessandro Falconi**
- Approccio metodologico alla competizione in età giovanile – **Luca Zanoni**
- Applicazioni pratiche per un corretto approccio alla gara – **Cecilia Somigli**

Organizzazione: FIDAL Comitato Regionale Lazio

Seminario: "Notte prima delle gare"
Abbadia San Salvatore, 25 agosto 2019



Relatori: Renzo Avogaro, Claudio Panizzo, Arrigo Belli, Tommaso Mandriani

Organizzazione: FIDAL Comitato Regionale Toscana, ASSITAL

Convegno: "Motivazione più che formazione e allenamento della forza dall'età puberale all'alta prestazione"

Cagliari, 20 settembre 2019
Sassari, 21 settembre 2019

Relatore: Roberto Bonomi



Organizzazione: FIDAL Comitato Regionale Sardegna, Regione autonoma della Sardegna

Convegno "Conseguenze psicologiche e fisiche di una specializzazione precoce"
Isernia, 21 settembre 2019



Relatori: F. Elifani, Antonio Andreozzi

Organizzazione: FIDAL Comitato Regionale Molise, CONI regionale Molise

Convegno: "Sport e nutrizione"

Cagliari, 27 settembre 2019
Sassari, 28 settembre 2019



Relatore: Giorgia Saccone

Organizzazione: FIDAL Comitato Regionale Sardegna, Regione autonoma della Sardegna

Validità e affidabilità del sensore laser del sistema BioLaserSport® per l'analisi della velocità di corsa

(Validity and reliability of the laser sensor of BioLaserSport® system for the analysis of the running velocity)

Amelia Ferro¹, Pablo Floría², Jorge Villacieros³, Raquel Aguado-Gómez⁴

¹ Università Politecnica di Madrid

² Università Pablo de Olavide di Sevilla

³ Università Politecnica di Madrid

⁴ Università Autonoma di Madrid

INTRODUZIONE

L'analisi della velocità di corsa nella pratica sportiva agonistica risulta fondamentale per il progresso del rendimento. La qualità della velocità è specifica di ogni sport e specialità (Harrison, Jensen, e Donoghue, 2005).

Negli allenamenti è molto comune l'uso di fotocellule elettriche da parte dei tecnici sportivi (Yeadon, Kato, e Kerwin, 1999), nonostante la fotogrammetria sia stata la tecnica più usata tra gli esperti di biomeccanica (Ferro, Rivera, Pagola, Ferreruela, e Rocandio, 2001; Floría e Ferro, 2011; Graubner e Nixdorf, 2011; Locatelli e Arzac, 1995). Data la sua importanza, nella letteratura si sono proposti vari sistemi per ottenere dati sulla velocità di corsa. Dal 1927, anno in cui Hill utilizzò una serie di bobine assieme ad un magnete trasportato dall'atleta stesso per determinare la sua velocità (Hill, 1928), fino ai tempi nostri, si sono usati diversi sistemi che mirano a migliorare la precisione, l'affidabilità e la disponibilità immediata dei risultati. Recentemente sono comparsi i radar (Di Prampero, Fusi, Sepulcri, Morin, Belli, e Antonutto, 2005), i sistemi di posizionamento globale (GPS) (Coutts e Duffield, 2010) e la tecnologia laser (Adamezewski e Perlt, 1997; Brüggemann, Koszewski, e Müller, 1999; Dickwatch, Hildebrand, e Perlt, 1994).

Tra i precedenti sistemi, probabilmente le più usate da allenatori e sportivi sono le fotocellule elettriche, data la loro facilità d'uso e l'immediatezza dei risultati. Con questo sistema si misura il tempo impiegato per percorrere una determinata distanza, dato dal quale poi si calcola la velocità media. Nonostante si tratti di una tecnologia che fornisce dati immediati, non è in grado di fornire dati continui sull'evoluzione della velocità durante la prova. Per ottenere una misurazione continua si è utilizzato la fotogrammetria. Tuttavia, è necessario ricordare che si tratta di un sistema di misurazione indiretto, che richiede un articolato e laborioso processo

di digitalizzazione e tecniche di filtraggio e/o *smoothing* dei dati eccessivamente aperte ed intuitive.

Allo stesso modo, l'ottenimento di risultati non è immediato quando si lavora in un ambiente con determinate caratteristiche. Una maniera per rendere il processo più agile è digitalizzare un unico *marker*, considerando quest'ultimo come rappresentazione della posizione del corpo completo. Questa metodologia è stata utilizzata nell'analisi delle gare di velocità di atletica sia in diversi Campionati del Mondo (Brüggemann et al., 1999; Ferro et al., 2001; Graubner e Nixdorf, 2011; Landry, 1987; Moravec, Ruzicka, Susanka, Dostal, Kodejs e Nosek., 1988) che nei Giochi Olimpici (Brüggemann e Glad, 1990; Susanka, Moravec, Dostal, Ruzicka, Barac, Vezlak, Nosek, e Jardik, 1989).

Con il duplice obiettivo di ottenere dati di velocità immediati e continui, negli ultimi anni sono comparse nuove tecnologie come il radar, il GPS o il laser. Tra queste si distingue il laser per la sua elevata frequenza di registrazione, fino a 2000 Hz, comparati con i 32 Hz del radar (Young, Farrow, Pyne, McGregor, e Handke, 2011) o i 10 Hz del GPS (Varley, Fairweather, e Aughey, 2012). La tecnologia laser è stata utilizzata sia nelle gare dove il principale obiettivo è percorrere una distanza nel minor tempo possibile (Brüggemann et al., 1999), sia in quelle dove la fase di corsa è importante per raggiungere un buon risultato, come ad esempio i salti (Adamezewski e Perlt, 1997; Dickwatch et al., 1994).

La possibilità di misurare senza ricorrere ad un *marker* visibile (n.d.d.: applicato alla zona lombare dell'atleta per facilitare la stabilità dell'orientazione del laser durante il test) e in tempo reale ha permesso che il sistema di misura con laser sia stato testato sia in contesto di gara (Adamezewski e Perlt, 1997; Brüggemann e Glad, 1990; Dickwatch et al., 1994) che in situazioni controllate di allenamento per la valutazione della velocità con test sul campo specifici per i vari sport (Delecluse, Roelants, Diels, Koninckx, e Verschueren,

2005; Dickwatch et al., 1994; Zwierko e Lesiakowski, 2007). Nonostante esistano pubblicazioni dove si utilizza il sistema laser per ottenere dati, gli studi che dimostrano la validità e l'affidabilità dello stesso sistema per determinare la velocità di corsa sono scarsi e hanno conclusioni vaghe (Bezodis, Salo, e Trewartha, 2012; Dickwatch et al., 1994; Harrison et al., 2005). Dickwatch et al. (1994) misero a confronto le velocità parziali ottenute con fotocellule elettriche e con laser: scoprirono una differenza di circa $0.03 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Secondo gli autori, questa differenza era giustificata dalle diverse parti del corpo prese in considerazione dai due sistemi per realizzare le misurazioni. Le fotocellule si attivavano quando il petto attraversava il fascio di luce, mentre il laser prendeva come riferimento la zona lombare della schiena.

Harrison et al. (2005) misero a confronto i dati ottenuti con la tecnologia laser e video e conclusero che il sistema di misurazione con laser permette di stimare le distanze in maniera valida e affidabile, ma oltre a questo raccomandarono l'uso di adeguate tecniche di filtraggio o *smoothing* dei dati al fine di ottenere risultati il più realistici possibile.

Negli studi anteriori, per verificare la validità e l'affidabilità del sistema laser, si erano utilizzati metodi statistici basati su coefficienti relativi, come il coefficiente di correlazione intraclassa (ICC - *intraclass correlation coefficient*). I metodi basati su coefficienti assoluti vengono espressi nella stessa unità di misura della variabile, facilitando il confronto tra diversi strumenti e aiutando a interpretare le reali dimensioni del cambio prodotto dall'atleta (Atkinson e Nevill, 1998). Tra questi metodi si distinguono il calcolo dell'errore standard della media (SEM - *standard error of the mean*), il minimo cambio rilevabile (MDC - *minimum detectable change*) e i limiti di concordanza al 95% di Bland e Altman (LoA - *limits of agreement*). Il SEM è un indicatore della precisione della misura e viene espresso nelle stesse unità di misura della variabile originale, facilitando la sua interpretazione; più piccolo è il valore, maggiore sarà l'affidabilità della misurazione (Atkinson e Nevill, 1998; Weir, 2005). Il SEM può essere usato per calcolare il MDC, che si definisce come il minor cambio nella misurazione che realmente rispecchi una differenza nel rendimento più che un errore nella misurazione stessa (Weir, 2005). El LoA è un metodo visivo per valutare il grado di corrispondenza tra due misurazioni mediante la rappresentazione grafica delle differenze a confronto con la loro media dei limiti di concordanza calcolati a partire dall'intervallo di confidenza al 95% per la differenza tra le due misurazioni (Atkinson e Nevill, 1998).

Nonostante l'utilità dei metodi statistici assoluti, non si è trovato in letteratura nessuno studio che ne abbia fatto uso per verificare la validità e l'affidabilità dei sensori laser. Il risultato di queste verifiche faciliterebbe ad allenatori ed atleti l'interpretazione dei dati sulla velocità per valutare l'efficacia del processo di allenamento. Di conseguenza, l'obiettivo di questo studio è valutare la validità e l'affidabilità di un sensore laser del sistema BioLaserSport® per calcolare la velocità di corsa mediante dati statistici relativi e assoluti. Con tal fine, il presente studio verificò sia la validità del sistema laser rispetto ad altri sistemi ampiamente utilizzati, come le fotocellule e la fotogrammetria, sia l'affidabilità del sistema laser all'interno della stessa sessione di corsa e tra una sessione e l'altra.

MATERIALI E METODI

PARTECIPANTI

Hanno partecipato allo studio 17 uomini con un'età media di 20.85 ± 1.54 anni, 70.17 ± 8.00 kg di peso e 1.78 ± 0.06 m di statura. Si è richiesto loro l'uso di magliette corte e il più attillate possibili, per facilitare l'uso del laser, e di fustoni di colore nero per poter, in un secondo momento, digitalizzare i *marker* mediante fotogrammetria. Tutti i soggetti erano atleti in attività e studenti universitari della facoltà di Scienze Motorie. Tutti i soggetti hanno preso parte volontariamente allo studio, sono stati informati circa l'obiettivo di quest'ultimo e i test che avrebbero dovuto realizzare. Ognuno di loro ha firmato una dichiarazione di acconsentimento prima di iniziare i test. Il presente studio è in conformità con la Conferenza di Helsinki per la ricerca con umani (Williams, 2008) ed è stato approvato dal Comitato per l'Etica dell'Istituzione (*Comité de Ética de la Institución*).

STRUMENTAZIONE

Si è utilizzato un sensore laser di tipo 1 (LDM301, Jenoptik, Germany) che fa parte di un Sistema di analisi cinematica in tempo reale per allenamenti e gare sportive, BioLaserSport® (brevettato da Ferro e Floría, 2010 e marchio registrato da Ferro, 2012). Tale sensore laser può misurare un intervallo compreso tra 0.5 e 300 m su superficie naturale, garantisce una precisione di ± 0.06 m per valori di misurazione di 2 kHz e una risoluzione di 0.001 m. Per la misurazione delle distanze dei test si è utilizzato un misuratore laser Stanley TLM160i, calibrato secondo le norme ISO, con un raggio tra 0.05 e 60 m, precisione di ± 0.0015 m e unità minima visualizzabile di 0.001 m.

I dati si sono registrati ed elaborati con il software DasyLab v. 10.0 (Data Acquisition System Laboratory di National Instruments) mediante un algoritmo DSL30 creato apposta. Per i test di convalida si è utilizzato un sistema di ripresa video 2D composto da una fotocamera digitale ad alta velocità (Exilim High Speed EX- F1, Casio), un software SkillSpector v. 1.3.2. (Video4coach, Grubbemollevej) per la digitalizzazione delle immagini e un piano di riferimento bidimensionale di $4 \times 2 \text{ m}^2$. Allo stesso tempo, si è utilizzato un sistema di cronometraggio mediante fotocellule a barriera (Polifemo Light, Microgate, Italy) di dimensioni $59 \times 180 \times 104 \text{ mm}^2$, con un ritardo di 1 ms e un'autonomia di 18 ore. Questo modello possiede un raggio ottico di 15 m. Il cronometro che si è utilizzato è un Racetime2 (Microgate, Italy).

PROCEDIMENTO

I test si sono realizzati in una pista di atletica indoor, su stuoia di tartan, nell'arco di due giorni e in orario compreso tra le 9 e le 14. Il primo giorno si sono realizzati i test di convalida del sistema e tre giorni dopo si è realizzato un altro test per analizzare, assieme ai test del primo giorno, l'affidabilità del sistema. I test consistevano in prove di corsa su 30 m a velocità massima partendo da fermi, con i vari sistemi di misurazione disposti come si mostra nella Figura 1. Tutti i soggetti hanno partecipato ai test entrambi i giorni. La corsia in cui si sono realizzati i test è larga 0.70 m e lunga 30. Si è lasciato un ampio spazio per la frenata ($> 20 \text{ m}$). Il sistema laser doveva essere diretto alla schiena dell'atleta, a un me-

tro dal suolo. Il laser è stato situato dietro la linea di partenza, a 2.94 m di distanza e con 0° di inclinazione, controllando che il fascio di luce rimanesse orientato orizzontalmente lungo tutta la distanza percorsa nel test. Si controllò che il laser fosse calibrato a 0, 10, 20 e 30 m di distanza mediante il misuratore laser Stanley.

Prima del test, gli atleti eseguivano un riscaldamento standard di 10 minuti, che comprendeva corsa continuata, mobilità articolare, stretching statico e dinamico degli arti inferiori e superiori e tre serie da 30 m a velocità progressiva, fino a raggiungere una velocità quasi massima, vicina allo sprint. I test consistevano in 3 serie da 30 m a massima velocità con un recupero di 5 minuti tra una serie e l'altra, entrambi i giorni di studio. I partecipanti si sono divisi in gruppi di cinque per poter gestire il tempo di recupero tra le serie. Ogni soggetto, al momento di partire, si collocava in posizione statica, con il piede davanti posto sulla linea di partenza, ma con il tronco dietro quest'ultima. Si sono collocati due pali, uno ad ogni estremo della suddetta linea e si è prestato attenzione a che il petto dell'atleta non la superasse prima dell'inizio del test. Il segnale di partenza è stato verbale e si sono usate le parole "pronto" e "quando vuoi" per lasciare libertà ai soggetti di partire quando volevano e di poter realizzare gli opportuni movimenti preparatori.

Si sono presi i dati della posizione dell'atleta con una frequenza di campionamento statistico di 2000 Hz. Attraverso un al-

goritmo di calcolo DSL30, creato con il programma DasyLab, si sono filtrati i dati a una frequenza di 3 Hz con un filtro di *low-pass* Butterworth di 2° ordine e si sono calcolati i valori medi ogni 10 Hz con il fine di ottenere dati su posizione e velocità a 200 Hz.

Si sono calcolate le velocità massime e medie negli intervalli 0-10 m, 10-20 m e 20-30 m ed è stata rappresentata graficamente la curva delle posizioni e delle velocità in ogni caso, tutto questo in tempo reale. Il primo giorno, per i test di convalida, si è utilizzato una sistema di fotogrammetria bidimensionale e un sistema di fotocellule che hanno registrato gli stessi test del sistema laser. Per la prova di fotogrammetria ci si è serviti del metodo Ferro (2001).

La fotocamera ad alta velocità si è posta su un piano perpendicolare alla corsia, a una distanza di 8 metri dal suo centro per ottenere una inquadratura video larga 4 m e alta 2 tra i 23 e i 27 m all'interno della retta di 30 m (figura 1). La fotocamera ha ripreso a 300 fotogrammi al secondo. Sul lato sinistro del corpo di ogni soggetto sono stati applicati due *marker*: uno sul grande trocantere del femore e l'altro sulla zona collo-mento, che a posteriori si sono utilizzati per la digitalizzazione manuale attraverso il software di fotogrammetria. I dati dei *marker* sulle posizioni si sono elaborati usando un filtro *low-pass* Butterworth di 4° ordine con una frequenza di taglio selezionata in base all'analisi dei residui (Winter, 2009). Le fotocellule sono state collocate a 0, 10, 20 e

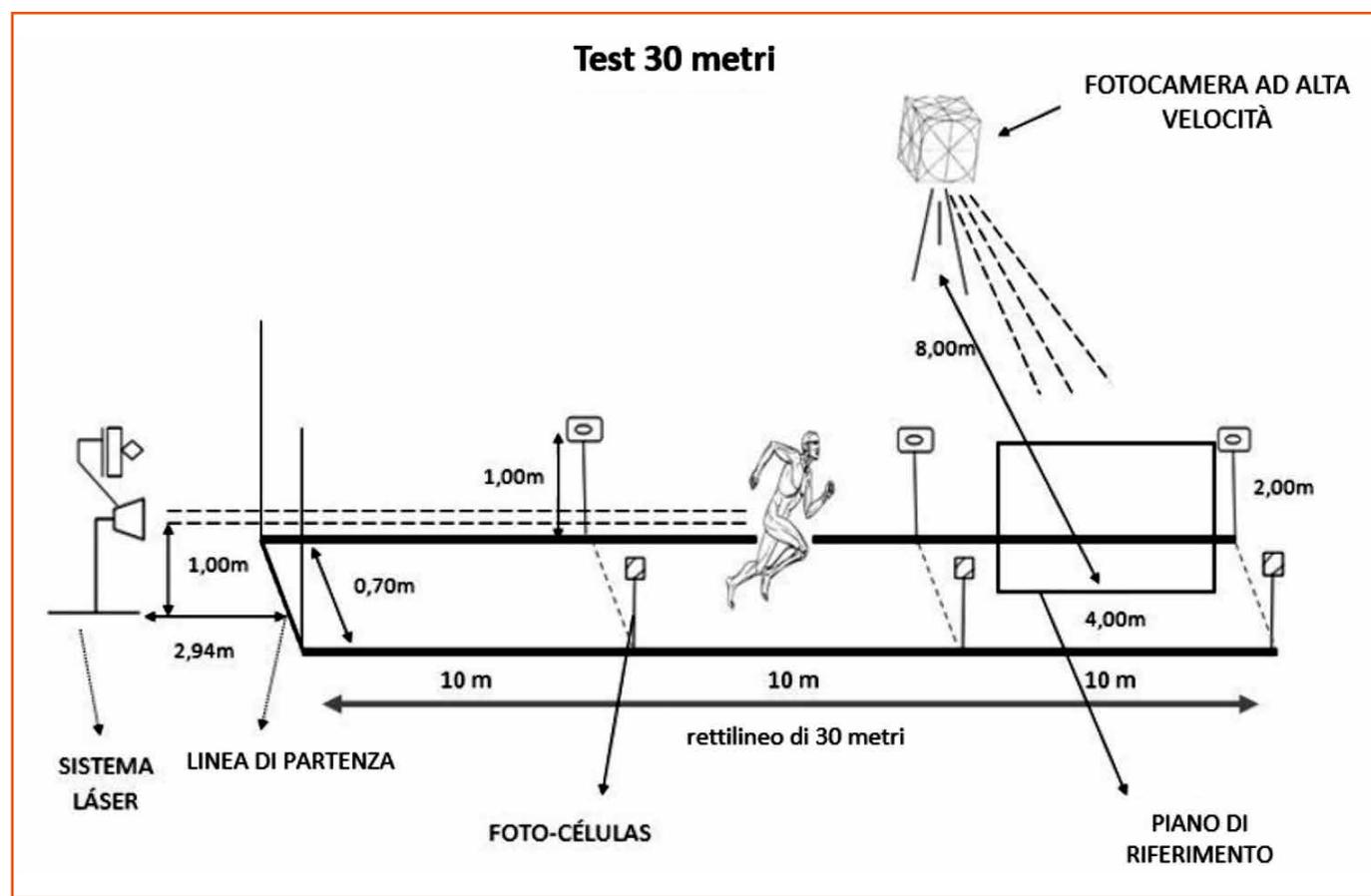


Figura 1 - Disposizione dei sistemi laser, di fotogrammetria, e cronometraggio con fotocellule sulla superficie di corsa.

30 m, ad 1 metro di altezza, come il laser, in modo da registrare, per ognuna delle suddette distanze, i corrispondenti tempi di passaggio (figura 1). I dati derivanti sia dalla fotogrammetria che dal cronometraggio con fotocellule si sono analizzati usando un algoritmo di calcolo personalizzato (Microsoft Excel versione 2003) che ha permesso di ottenere velocità medie e massime e velocità medie, rispettivamente. Il secondo giorno di test si sono realizzate tre serie da 30 m a massima velocità con un recupero di 5 minuti tra le serie, seguendo lo stesso protocollo del primo giorno ma registrando i dati solo con il sistema laser. I dati del primo e secondo giorno, così come quelli corrispondenti alle due serie valide di ognuno dei due giorni servivano per analizzare l'affidabilità del sistema laser all'interno della stessa sessione e tra le due sessioni di corsa.

ANALISI DEI DATI

Per la convalida del laser si sono calcolate le medie e le deviazioni standard di tutte le variabili analizzate prendendo come criteri (1) la fotogrammetria ad alta velocità e (2) il sistema di cronometraggio con fotocellule. La verifica dell'adeguamento alla distribuzione normale e all'omogeneità delle varianze è stata realizzata attraverso i test Shapiro-Wilk e Levenne, rispettivamente. Il test della T di Student per dati appaiati è stato usato per rilevare la presenza di una differenza sistematica nella misurazione delle variabili mediante i diversi sistemi. Il rapporto tra i risultati delle variabili oggetto di studio di entrambi i metodi è stato analizzato mediante il coefficiente di correlazione Pearson, così come i suoi intervalli di confidenza al 95%. Per la riproducibilità all'interno della stessa sessione e tra le sessioni, il rapporto tra i risultati delle variabili studiate dai due test è stato analizzato usando il coefficiente di correlazione intraclasse, così come i suoi intervalli di confidenza al 95%.

L'errore standard della media (SEM) si è calcolato come $(SD)(1-ICC)^{1/2}$, dove SD è la deviazione standard (*standard de-*

viation) del test con maggiore deviazione standard e ICC è il coefficiente di correlazione intraclasse tra i due test. Il SEM si è espresso come percentuale del valore medio della variabile per facilitare l'interpretazione dell'errore di misurazione. Il minimo cambio rilevabile si è calcolato come $\sqrt{2} \times 1.96 \times SEM$. Il MDC espresso come percentuale del valore medio della variabile facilita l'interpretazione del valore assoluto di MDC e fornisce informazioni sulla sensibilità del sistema laser rispetto al rilevamento di cambi nell'esecuzione. Il livello di significatività statistica per tutte le analisi è stato fissato a $P \leq 0.05$. Tutti i calcoli sono stati realizzati con il software SPSS 18.0.

RISULTATI

Nella tabella 1 sono esposti i dati sulla validità del sistema laser prendendo come criterio il sistema di cronometraggio con fotocellule per la variabile velocità media nei tre intervalli 0-10 m, 10-20 m e 20-30 m del test sui 30 m.

Si osservano differenze significative di $-0.29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ solo nel primo intervallo ma con un elevato coefficiente di correlazione di 0.925. Nella figura 2 viene esposta la rappresentazione grafica di Bland-Altman della velocità media nell'intervallo 0-10 m con il fine di valutare la concordanza tra sistema laser e sistema di fotocellule.

Nella tabella 2 vengono esposti i dati sulla validità del sistema laser prendendo come criterio il sistema di fotogrammetria per le variabili velocità media e velocità massima nell'intervallo 23-27 m del test di 30 m: si può osservare un alto grado di correlazione in entrambe le variabili. Nelle figure 3 e 4, vengono esposte le rappresentazioni grafiche Bland-Altman per valutare la concordanza dei due sistemi per le variabili velocità media e velocità massima rispettivamente.

Nelle tabelle 3 e 4 vengono esposti i dati statistici che permettono la valutazione dell'affidabilità, all'interno della stessa sessione di corsa, corrispondente alle velocità medie e mas-

Variabile	Fotocellula	Laser	Differenze	Correlazione (95% IC)	LoA
V0-10 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	5.25 ± 0.21	5.54 ± 0.22*	-0.29	0.925 (0.869 – 0.957)	-0.46 a -0.13
V10-20 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	7.92 ± 0.28	7.96 ± 0.27	-0.03	0.973 (0.953 – 0.985)	-0.16 a 0.09
V20-30 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	8.50 ± 0.35	8.49 ± 0.34	0.01	0.989 (0.966 – 0.989)	-0.12 a 0.14

IC: Intervallo di confidenza. LoA: limiti di concordanza. * $P < 0.05$

Tabella 1 - Validità del sistema laser vs. sistema di cronometraggio con fotocellule per le velocità medie.

Variabile	Fotogrammetria	Laser	Differenze	Correlazione (95% IC)	LoA
Vmedia ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	8.45 ± 0.30	8.56 ± 0.30*	-0.11	0.961 (0.897 – 0.986)	-0.27 a -0.06
Vmax ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	8.95 ± 0.36	8.81 ± 0.34*	0.14	0.869 (0.677 – 0.950)	-0.21 a 0.49

IC: Intervallo di confidenza. LoA: limiti di concordanza * $P < 0.05$

Tabella 2 - Validità del sistema laser vs. sistema di fotogrammetria per le velocità medie e massime.

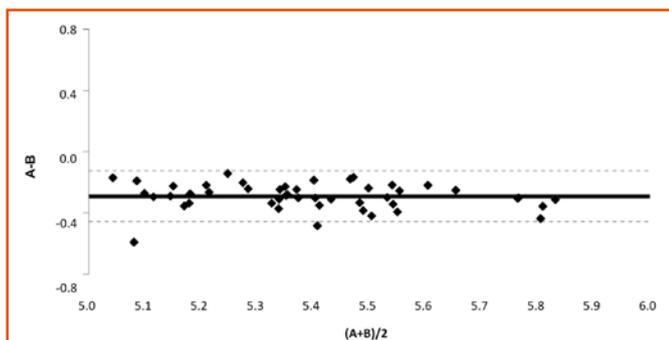


Figura 2 - Rappresentazione grafica Bland-Altman della velocità media nell'intervallo 0-10 m misurata con il sistema di fotocellule (A) e il sistema laser (B). La linea centrale continua rappresenta la media della differenza tra i due sistemi e le linee tratteggiate rappresentano 2 deviazioni standard della media.

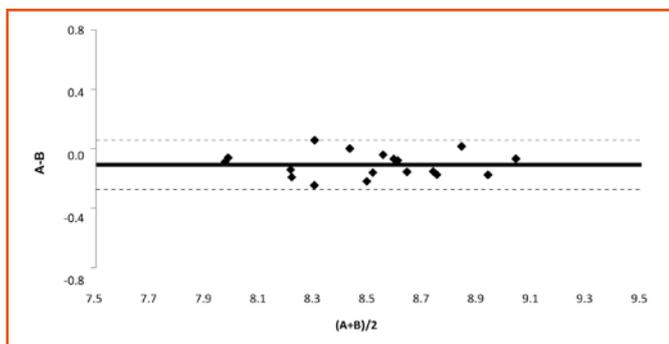


Figura 3 - Rappresentazione grafica di Bland-Altman per la velocità media misurata mediante sistema di fotogrammetria (A) e sistema laser (B). La linea centrale continua rappresenta la media della differenza tra i due sistemi e le linee tratteggiate rappresentano 2 deviazioni standard della media.

sime ottenute nel test di 30 m. Non si osservano differenze significative tra le serie, i coefficienti di correlazione sono alti e i valori minimi che permetterebbero di indicare che è avvenuto un miglioramento nella velocità media dovrebbero essere maggiori di 0.12-0.14 m·s⁻¹ nelle velocità medie e di 0.21-0.29 m·s⁻¹ nelle massime.

In entrambi i casi, per valutare un cambio nella velocità all'interno della stessa sessione di corsa i valori ottenuti nei test che si realizzino dovrebbero essere superiori al 2.09% nelle velocità medie e al 3.76% nelle massime.

Nelle tabelle 5 e 6 si espongono i dati statistici che permettono la valutazione dell'affidabilità tra una sessione di corsa e l'altra corrispondente alle velocità medie e massime ottenute nel test di 30 m. Si osservano differenze significative tra le serie nell'intervallo 10-20 m, anche se i coefficienti di correlazione sono i più elevati (0.88 e 0.85 rispettivamente). I valori minimi che permetterebbero di indicare che è avvenuto un miglioramento della velocità media dovrebbero es-

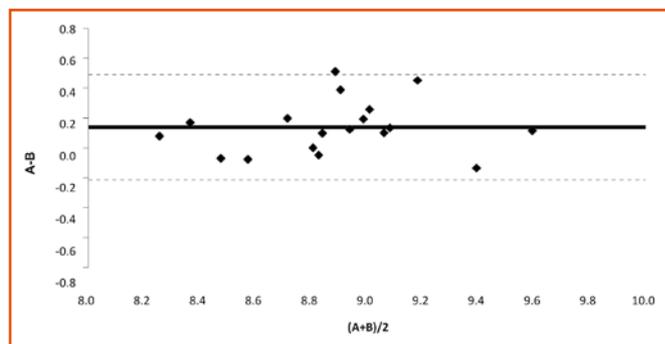


Figura 4 - Rappresentazione grafica di Bland-Altman per la velocità massima misurata mediante il sistema di fotogrammetria (A) e il sistema laser (B). La linea centrale continua rappresenta la media della differenza tra i due sistemi e le linee tratteggiate rappresentano 2 deviazioni standard della media.

Variabile	Fotogrammetria	Laser	Differenze	Correlazione (95% IC)	LoA
Vmedia (m·s ⁻¹)	8.45 ± 0.30	8.56 ± 0.30*	-0.11	0.961 (0.897 – 0.986)	-0.27 a -0.06
Vmax (m·s ⁻¹)	8.95 ± 0.36	8.81 ± 0.34*	0.14	0.869 (0.677 – 0.950)	-0.21 a 0.49

IC: Intervallo di confidenza. LoA: limiti di concordanza *P < 0.05

Tabella 3 - Affidabilità ottenuta per le velocità medie nella stessa sessione di corsa.

Variabile	Test 1	Test 2	Differenze	ICC (95% IC)	LoA	CR	SEM (%)	SEM	MDC (%)	MDC
V0-10 m·s ⁻¹	5.51 ± 0.16	5.53 ± 0.17	0.03 ± 0.06	0.940 (0.86-0.98)	-0.09 a 0.14	0.23	0.04	0.75	0.12	2.09
V10-20 m·s ⁻¹	8.04 ± 0.21	8.04 ± 0.19	0.00 ± 0.07	0.941 (0.86-0.98)	-0.14 a 0.15	0.02	0.05	0.65	0.14	1.79
V20-30 m·s ⁻¹	8.60 ± 0.23	8.58 ± 0.23	-0.02 ± 0.07	0.956 (0.90-0.98)	-0.16 a 0.12	0.20	0.05	0.57	0.14	1.59

ICC: Coefficiente di correlazione intraclassa. IC: Intervallo di confidenza. LoA: Limiti di concordanza CR: Coefficiente di ripetibilità SEM: Errore standard della media. MDC: Minimo cambio rilevabile. *p < 0.05

Tabella 4 - Affidabilità ottenuta per le velocità massime nella stessa sessione di corsa.

Variabile	Test 1	Test 2	Differenze	ICC (95% IC)	LoA	CR	SEM (%)	SEM	MDC (%)	MDC
V0-10 m·s ⁻¹	5.53 ± 0.16	5.56±0.23	0.03±0.14	0.764 (0.46-0.91)	-0.25 a 0.32	0.29	0.11	2.00	0.31	5.56
V10-20 m·s ⁻¹	8.04 ± 0.21	7.98±0.21*	-0.06 ±0.11	0.880 (0.70-0.95)	-0.28 a 0.16	0.50	0.07	0.93	0.21	2.57
V20-30 m·s ⁻¹	8.59 ± 0.23	8.51±0.30	-0.08±0.16	0.837 (0.61-0.94)	-0.40 a 0.24	0.65	0.12	1.42	0.34	3.93

ICC: Coefficiente di correlazione intraclasse. IC: Intervallo di confidenza. LoA: Limiti di concordanza CR: Coefficiente di ripetibilità (*repeatability coefficient*) SEM: Errore standard della media. MDC: Minimo cambio rilevabile. **p* < 0.05

Tabella 5 - Affidabilità ottenuta per le velocità medie tra le sessioni di corsa.

Variabile	Test 1	Test 2	Differenze	ICC (95% IC)	LoA	CR	SEM (%)	SEM	MDC (%)	MDC
Vmax0-10 m·s ⁻¹	7.55±0.24	7.47±0.36	-0.08±0.19	0.727 (0.39-0.89)	-0.46 a 0.30	0.67	0.14	1.81	0.38	5.01
Vmax10-20 m·s ⁻¹	8.58±0.21	8.47±0.26*	-0.11±0.14	0.853 (0.64-0.94)	-0.38 a 0.15	0.96	0.10	1.17	0.28	3.25
Vmax20-30 m·s ⁻¹	8.88±0.22	8.85±0.32	-0.03±0.21	0.721 (0.38-0.89)	-0.45 a 0.40	0.22	0.17	1.89	0.47	5.25

ICC: Coefficiente di correlazione intraclasse. IC: Intervallo di confidenza. LoA: Limiti di concordanza CR: Coefficiente di ripetibilità (*repeatability coefficient*) SEM: Errore standard della media. MDC: Minimo cambio rilevabile. **p* < 0.05

Tabella 6 - Affidabilità ottenuta per le velocità massime tra le sessioni di corsa.

sere maggiori di 0.34 m·s⁻¹ nelle velocità medie e di 0.47 m·s⁻¹ nelle massime. In entrambi i casi, per valutare un cambio nella velocità i valori ottenuti nei test che si realizzano dovrebbero essere superiori al 5.56% nelle velocità medie e al 5.25% nelle massime.

DISCUSSIONE

Nel presente studio si sono analizzate la validità e l'affidabilità del sistema laser per valutare la velocità in un test di 30 m. Nonostante i risultati siano accettabili in tutti gli intervalli studiati, il grado di validità e affidabilità varia da intervallo a intervallo.

Nel primo intervallo, in cui l'atleta partiva da fermo, il grado di validità e affidabilità è generalmente inferiore a quello degli altri due intervalli, dove l'atleta entrava già ad una certa velocità. Questi risultati sono in linea con quelli ottenuti da Bezodis et al. (2012), cioè quando si osservò che l'errore tra la velocità del centro di massa ottenuta mediante fotogrammetria, digitalizzando le immagini e calcolando il centro di gravità dell'atleta, e la velocità registrata dal laser diretto alla zona lombare diminuiva mano a mano che l'atleta si allontanava dalla linea di partenza del test. Gli autori avevano attribuito questo errore ai cambi di posizioni dell'atleta stesso durante i primi metri del test.

Nel suddetto studio gli atleti realizzarono una partenza dai blocchi, per cui nei primi metri la posizione del centro di massa e la posizione della zona lombare non coincidevano, provocando così differenze nella velocità tra le due misurazioni. Nel presente studio, invece, con il fine di mantenere risultati stabili durante tutto il test, si è voluto che la posizione di

partenza fosse da in piedi. Tuttavia, neanche questo ha impedito che le differenze tra le velocità medie registrate dalle fotocellule e dal laser siano state maggiori nel primo intervallo (0-10 m) rispetto ai due intervalli restanti (10-20 e 20-30 m). Queste differenze potrebbero essere tali sia per le diverse parti del corpo utilizzate dai due sistemi per il calcolo della velocità, sia per la differenza tra la posizione dell'atleta alla partenza e quella al passaggio ai 10, 20 e 30 m rispettivamente. Il sistema di fotocellule permette di calcolare la velocità media a partire dal tempo che trascorre tra l'interruzione di un primo e un secondo fascio separati da una certa distanza.

Di conseguenza, si può intuire che l'interruzione del fascio nel test è stata provocata dalla parte anteriore del corpo. Contrariamente, il sistema laser era diretto alla zona lombare dell'atleta, per cui il punto di riferimento per il calcolo della velocità media era diverso. Questo non coincidere del punto di riferimento corporale si è mantenuto per la durata del test intero, e potrebbe spiegare le differenze tra i due sistemi in tutti gli intervalli. Tuttavia, che solo esistano differenze nel primo intervallo può essere dovuto al fatto che, nonostante ci si sia accertati che la posizione di partenza fosse da in piedi, questo non ha impedito che si producesse una leggera inclinazione del corpo dell'atleta per permettere l'accelerazione nei primi appoggi. Mano a mano che avanzava nella corsa, l'atleta avrebbe poi assunto una posizione più retta, che avrebbe mantenuto per il resto del test. Le differenze tra fotocellule e laser nei restanti intervalli (10-20 m e 20-30 m) sono state minime e con coefficienti di correlazione elevati, maggiori di 0.9 in ognuno dei casi. Questi risultati sono in linea con quelli ottenuti in letteratura (Bezodis et al., 2012; Dickwatch et al., 1994; Harrison et al., 2005) che

considerano il sistema laser come uno strumento potenzialmente valido per stimare la velocità dopo i primi 10 m in una prova di velocità.

Nel presente studio la convalida è stata portata a termine mediante il confronto tra i dati ottenuti con sistema laser e quelli ottenuti con fotogrammetria a digitalizzazione manuale del soggetto nell'intervallo 23-27 m. Sono state rilevate minori differenze tra i due sistemi nella velocità media rispetto alla velocità massima raggiunta dall'atleta nel suddetto intervallo. Tuttavia, queste differenze sono minime e con errori accettabili.

Anche se il laser ha registrato velocità medie maggiori a quelle ottenute mediante fotogrammetria, gli errori medio e accidentale sono ragionevoli ($-0.11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e $0.21 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ rispettivamente) (tabella 2 e figure 3 e 4) e il coefficiente di correlazione è elevato, superiore a 0.9. Questi errori sono in linea con quelli riportati in letteratura (Bezodis et al., 2012; Dickwatch et al., 1994; Harrison et al., 2005) e si considerano accettabili per il calcolo della velocità media in corsa.

Allo stesso modo, i valori della velocità massima registrati con il sistema laser sono inferiori a quelli ottenuti con fotogrammetria, e gli errori medio e accidentale sono di $0.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e $0.70 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ rispettivamente. Lo stesso vale per il coefficiente di correlazione, che è elevato (0.869; 95% IC: 0.677 – 0.950). Dei due *marker* digitalizzati nello studio, grande trocantere del femore e zona collo-mento, quello che ha ottenuto migliori correlazioni è stato il primo e, di fatto, è quello che si è presentato nello studio.

Questo risultato pare logico, dato che si è riscontrato un alto grado di coincidenza tra l'altezza alla quale il fascio era diretto e l'altezza del *marker* digitalizzato - l'altezza del campione, infatti, era molto simile ($1.76 \pm 0.06 \text{ m}$). Non si è trovato nessuno studio in letteratura che valuti la velocità massima ottenuta mediante sistema laser, con il quale confrontare i risultati del presente studio.

L'importanza della velocità massima per il rendimento è comprovata dal suo rapporto con la potenza massima e la capacità di accelerazione dell'atleta (Di Prampero et al., 2005; Ferretti, Bringard, e Perini, 2011), pertanto non si scarta la necessità di pianificare nuovi metodi che permettano di migliorare la stabilità della zona di contatto dell'atleta con il fascio, per assicurare la validità della velocità massima durante lo sprint. Con il fine di facilitare ad allenatori ed atleti l'interpretazione dei dati di velocità registrati dal sistema laser, nel presente studio si sono calcolate variabili relative e assolute dell'affidabilità del sistema nella stessa sessione di corsa e tra una sessione e l'altra.

In linea generale, il sistema laser ha mostrato un eccellente grado di affidabilità test-retest per quanto riguarda le variabili studiate. Si sono ottenuti valori dell'ICC superiori a 0.7, e, nel caso di alcune variabili, a 0.9. I risultati hanno dimostrato che l'affidabilità relativa è maggiore nelle velocità medie di ogni intervallo rispetto alle velocità massime. Allo stesso modo, i valori ottenuti di affidabilità relativa sono maggiori all'interno della stessa sessione piuttosto che tra una sessione e l'altra.

Questi risultati sono coerenti con lo studio di Bezodis et al. (2012) in cui gli autori indicarono che la variabilità individuale tra una sessione e l'altra era maggiore di quella all'interno della stessa sessione di corsa.

Per sapere in che misura i valori dell'ICC influiscono sull'interpretazione dei dati è stato necessario calcolare variabili assolute che valutassero l'affidabilità del sistema laser. Per tutte le variabili studiate, velocità medie e massime nei test all'interno della stessa sessione di corsa, il valore del SEM è stato basso, tra 0.04 e $0.10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, e quello del SEM% sistematicamente basso in tutti i casi e inferiore all'1.36% della misura. Questi valori accettabili di affidabilità assoluta suggeriscono l'uso del sistema laser come uno strumento affidabile per misurare il rendimento della velocità negli atleti. I valori del MDC hanno rilevato che serviva una variazione tra 0.12 e $0.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ nella velocità media, in funzione dell'intervallo, per poter apprezzare un cambio significativo nel rendimento dell'atleta per in queste variabili. Questi valori erano, in ogni caso, inferiori al 2.09% della velocità misurata, il che suggerisce che il sistema laser è stato capace di individuare minimi cambi in questa variabile. I valori del MDC ottenuti per la velocità massima erano compresi tra 0.21 e $0.29 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e ciò indica che un cambio nella velocità massima dovrebbe essere superiore a questi valori per essere considerato un cambio reale.

Anche se questi valori erano maggiori di quelli registrati per la velocità media, il MDC% era inferiore al 3.76%, in ogni caso, il che suggerisce di nuovo l'utilità del sistema laser per valutare i cambi nella velocità massima dell'atleta. Nei test tra una sessione e l'altra, i valori del SEM erano inferiori allo $0.17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ in entrambe le variabili e, in ogni caso, minori al 2%. I valori del MDC erano inferiori a $0.34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ nelle velocità medie e a $0.47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ nelle massime, con valori relativi minori a 5,56% e a 5,25%, se si considerano tutti gli intervalli nel loro insieme.

Questi risultati potrebbero essere alterati dalle variazioni nella condizione fisica degli atleti il giorno del test, piuttosto che dal grado di precisione del sistema laser.

In merito agli intervalli specifici in cui si è suddivisa la distanza del test, i valori più alti di SEM e MDC si sono rilevati nel primo intervallo (0-10 m). Tali risultati sono in linea con quelli ottenuti nei test di convalida del presente studio, in cui si è osservato che il primo intervallo è stato quello in cui si è ottenuto l'errore maggiore, ciò probabilmente dovuto alla diversa posizione del corpo dell'atleta all'inizio e alla fine dell'intervallo.

Questo potrebbe spiegare anche la minore affidabilità di tale intervallo rispetto ai successivi due. Allo stesso modo che si è osservato nei test di convalida e affidabilità relativa, i valori di affidabilità assoluta sono stati inferiori nei test all'interno della stessa sessione di corsa che nei test tra una sessione e l'altra, anche se la differenza è stata minima. Questi risultati suggeriscono che il sistema laser può essere uno strumento affidabile e, pertanto, utile per mettere a confronto diversi atleti, così come valutare i progressi dell'allenamento nell'arco di alcune sessioni o della stagione intera.

CONCLUSIONI

Il sensore laser del sistema BioLaserSport® è valido per il calcolo delle velocità medie e massime nella corsa veloce, dal momento che rileva differenze di $-0,11 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ e $0.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ rispettivamente, oltre che a coefficienti di correlazione elevati,

comparato sia alla fotogrammetria, sia, per quanto riguarda le velocità medie, al cronometraggio con fotocellule. Si deve prestare particolare attenzione alle posizioni che assume l'atleta nei primi 10 m della corsa, dato che il fascio laser potrebbe proiettarsi su varie parti del corpo e fornire una misurazione meno precisa. Il sistema è affidabile perché permette la valutazione delle velocità medie e massime all'interno della stessa sessione di corsa con un errore inferiore a 0.05 m·s⁻¹ e a 0.10 m·s⁻¹, rispettivamente, e inferiore a 0.75% e 1.36%, rispettivamente. Inoltre, è in grado di rilevare cambi inferiori a 0.14 m·s⁻¹ e 0.29m·s⁻¹, rispettivamente, e inferiori a 2.09% e 3.76%, rispettivamente.

Allo stesso modo, l'affidabilità tra una sessione di corsa e l'altra si è dimostrato essere buona, con valori del SEM per entrambe le variabili inferiori a 0.17 m·s⁻¹ e inferiori al 2%, un valore di cambio minimo per le velocità medie inferiore a 0.34 m·s⁻¹ e per le massime inferiore a 0.47 m·s⁻¹, il che

rappresenta un valore minore del 5.56% se si considera l'insieme delle variabili. Di conseguenza, il sensore laser è uno strumento utile per l'analisi della velocità di corsa da 0 a 30 m, fornisce risultati in tempo reale e può essere utilizzato per la valutazione delle velocità massime e medie degli atleti, così come per realizzare un monitoraggio dell'evoluzione della loro velocità. Tuttavia, si devono tenere in considerazione i margini di errore indicati e i valori minimi, la cui analisi dovrebbe indicare che le differenze riscontrate sono dovute ad una variazione nel rendimento e non ad un errore nella misurazione. In questo senso, si devono considerare i limiti di SEM, SEM%, MDC e MDC% per valutare il progresso del rendimento.

Traduzione di: **Laura Strati**

Bibliografia

- Adamezewski, H., & Perlt, B. (1997). Run-up velocities of female and male pole vaulting and some technical aspects of women's pole vault. *New Studies in Athletics*, 1, 63-76.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26(4), 217-238.
- Bezodis, N. E.; Salo, A. I. T., & Trewartha, G. (2012). Measurement error in estimates of sprint velocity from a laser displacement measurement device. *International Journal of Sports Medicine*, 33(6), 439-444.
- Brüggemann, G. -, & Glad, B. (1990). *Time analysis of the sprint events*. Monaco: International Athletic Foundation.
- Brüggemann, G. -, Koszewski, D., & Müller, H. (1999). *Biomechanical Research Project, Athens 1997. Final Report*. Aachen: Meyer y Meyer Sport.
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.
- Delecluse, C.; Roelants, M.; Diels, R.; Koninckx, E., & Verschueren, S. (2005). Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 26(8), 662-668.
- Di Prampero, P. E.; Fusi, S.; Sepulcri, L.; Morin, J. B.; Belli, A., & Antonutto, G. (2005). Sprint running: A new energetic approach. *Journal of Experimental Biology*, 208(14), 2809-2816.
- Dickwatch, H.: Hildebrand, F., & Perlt, B. (1994). A laser velocity measuring device. the determination of velocity courses in the jumping events with the use of the LAVEG measuring device. *New Studies Athletics*, 9(4), 31-40.
- Ferretti, G.; Bringard, A., & Perini, R. (2011). An analysis of performance in human locomotion. *European Journal of Applied Physiology*, 111(3), 391-401.
- Ferro, A. (2001). *La carrera de velocidad. Metodología de análisis biomecánico*. Madrid: Librerías Deportivas Esteban.
- Ferro, A. (2012). *Biolasersport*. Marchio Nazionale n° 3019808/9. Boletín Oficial de la Propiedad Industrial (B.O.P.I.). Data di pubblicazione: 12.06.2012.
- Ferro, A., e Floría, P. (2010). *Sistema de análisis cinemático en tiempo real para entrenamientos y competiciones deportivas*. Universidad de Politécnica de Madrid y Universidad Pablo Olavide, Sevilla. España, ES2331170A1 (A61B 5/11-G01S 11/00) Patente n° 2009000134. Presentazione richiesta: 19.01.2009 Publicación BOPI: 22.12.2009.
- Ferro, A.; Rivera, A.; Pagola, I.; Ferreruela, M., & Rocandio, V. (2001). Biomechanical analysis of the 7th world championships in athletics seville 1999. *New Studies in Athletics*, 16(1/2), 25-60.
- Floría, P., e Ferro, A. (2011). Análisis del rendimiento en competición entre corredores de 100 metros lisos de diferente nivel. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 7(26), 408-416.
- Graubner, R., & Nixdorf, E. (2011). Biomechanical analysis of the sprint and hurdles events at the 2009 IAAF world championships in athletics. *New Studies in Athletics*, 26(1/2)
- Harrison, A. J.; Jensen, R. L., & Donoghue, O. (2005). A comparison of laser and video techniques for determining displacement and velocity during running. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 9(4), 219-231.
- Hill, A. V. (1928). The air resistance to a runner *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 102, 380-385.
- Landry, D. (1987). Roma 87. the IInd world championship in athletics provide a basis for comparison. *New Studies in Athletics*, 2(3), 29-47.
- Locatelli, E., & Arzac, L. (1995). The mechanics and ener-

getics of the 100m sprint. *New Studies in Athletics*, 10(1), 81-87.

- Moravec, P.; Ruzicka, J.; Susanka, P.; Dostal, E.; Kodejs, M., & Nosek, M. (1988). IAAF scientific project report: Time analysis of the 100 metres events at the II World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, 3(3), 61-96.
 - Susanka, P.; Moravec, P.; Dostal, E.; Ruzicka, J.; Barac, F.; Vezlak, J.; Nosek, M. & Jardik, M. (1989). *Report of the IMF Research Project at the XXXIV Olympiad Seoul*. London: IAAF Publication.
 - Varley, M. C.; Fairweather, I. H., & Aughey, R. J. (2012). Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. *Journal of Sports Sciences*, 30(2), 121-127.
 - Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231-240.
 - Williams, J. R. (2008). The declaration of helsinki and public health. *Bulletin of the World Health Organization*, 86(8), 650-652.
- Winter, D. A. (Ed.). (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Yeadon, M. R.; Kato, T., & Kerwin, D. G. (1999). Measuring

running speed using photocells. *Journal of Sports Sciences*, 17(3), 249-257.

- Young, W.; Farrow, D.; Pyne, D.; McGregor, W., & Handke, T. (2011). Validity and reliability of agility tests in junior australian football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(12), 3399-3403.
- Zwierko, T., & Lesiakowski, P. (2007). Selected parameters of speed performance of basketball players with different sport experience levels. *Studies in Physical Culture and Tourism*, 14, 307-312.

RINGRAZIAMENTI

A Juan Carlos Álvarez Ortiz, allenatore della Real Federación Española de Atletismo, per la sua collaborazione in questo studio, al Consejo Superior de Deportes per il suo sostegno e al Ministero dell'Economia e della Competitività per il finanziamento al progetto del Plan Nacional I+D+i, DPS2008-06499.

Copyright di RICYDE - Revista Internacional de Ciencias del Deporte è proprietà di Revista Internacional de Ciencias del Deporte.

Tutti i bambini amano le gare

Christian Gutstedt

LO SVILUPPO LUDICO DELLA RAPIDITÀ

Ciascun gruppo ha il suo gioco preferito: i bambini lo amano talmente tanto che, non solo vorrebbero fosse inserito in ogni unità di allenamento, ma anche che durasse quanto l'allenamento stesso. Tuttavia, proporre giochi nuovi è sicuramente utile da diversi punti di vista. Nel presente contributo Christian Gutstedt amplia il suo repertorio di esercizi con vari giochi finalizzati allo sviluppo ludico della rapidità. Grandi protagoniste delle sue proposte di gioco sono la concitazione della gara e la possibilità, per tutti, di raccogliere esperienze positive. Chissà che magari il nuovo gioco preferito dei vostri ragazzi sia proprio tra quelli presentati qui di seguito ...

ATLETICA IN ETÀ EVOLUTIVA → RAPIDITÀ

INTRODUZIONE

Le gare, indipendentemente se svolte a scuola, nel tempo libero o in una società sportiva, sono sempre in grado di attira-

re positivamente l'attenzione degli sportivi. Esse possiedono, infatti, un forte carattere sfidante, fanno divertire e migliorano, allo stesso tempo, la rapidità. Proponendo esercizi adeguati si possono trasmettere ai bambini competenze sociali quali, tra le altre, la lealtà, il rispetto delle regole, la cooperazione e la considerazione per gli altri. Tuttavia, sia nel caso delle qualità di sprint, sia per le cosiddette soft skills, come affermò lo scrittore francese Gustave Flaubert (1821-1880): "Il successo è una conseguenza, non un obiettivo": ne consegue che l'istruttore di atletica dovrà proporre un allenamento che sia in grado di sollecitare determinate capacità, senza pretendere di migliorare in concreto una prestazione (ad es. il tempo nei 50 metri). In altre parole, se i partecipanti sono sollecitati a concludere il gioco con la massima rapidità e gioiscono nel movimento, i risultati verranno da sé e non potranno che essere positivi.

I VANTAGGI DELLE GARE

Le gare di velocità sono emozionanti e straordinariamente amate non soltanto nell'atletica in età evolutiva. A tal pro-

posito, esistono alcuni accorgimenti in grado di sortire effetti positivi sullo sviluppo coordinativo, condizionale ed emotivo:

- 1) Protrarre il tempo di movimento: i bambini che si muovono insieme, in particolare nei giochi a staffetta, dovrebbero essere molti. Per evitare lunghi tempi di attesa, si dovrebbero formare tanti gruppetti di piccole dimensioni (ad esempio gruppetti da 4 o da 5 invece di 2 gruppi da 10).
- 2) Proporre esercizi ad alta intensità: generalmente, non appena si inizia un gioco, i bambini si impegnano al massimo per portare la loro squadra in testa. Per questo motivo, il percorso proposto dovrebbe essere selezionato in modo da porre maggiore enfasi al miglioramento della rapidità. Da carichi protrattisi per un tempo troppo lungo potrebbe, infatti, risultare un allenamento di resistenza alla velocità che risulterebbe maggiormente adatto a fasce d'età più avanzate. La lunghezza ottimale del percorso si determina, d'altro canto, dall'età e dalle capacità dei ragazzi.
- 3) Evitare di rendere pubbliche le prestazioni del singolo: ciascun componente del gruppo contribuisce al successo (o all'insuccesso) della sua squadra ma, nelle gare, le singole prestazioni passano in secondo piano rispetto al risultato finale. Vincere insieme è più divertente e perdere insieme è sicuramente meno tragico. C'è una grande differenza tra l'arrivare ultimo insieme ad altri tre compagni di squadra o lanciare la palla meno lontano del penultimo classificato.
- 4) Rendere possibili esperienze di successo: grazie a proposte ben studiate (si veda ad esempio "Sasso, carta, forbici" a pagina 16) anche i bambini meno veloci hanno buone possibilità di vincere.

COME APPROCCIARSI AGLI ESERCIZI

Normalmente è sensato ripetere più volte la stessa gara e attribuire un punteggio per ciascuna manche. Nel caso (ad es.) di quattro squadre, quella vincitrice ottiene 4 punti, la seconda tre punti ecc. È importante che anche l'ultima squadra classificata riceva almeno un punto. A conclusione dell'ultima manche vince la squadra che ha ottenuto più punti. Fondamentale presupposto per la buona riuscita del gioco è che non siano sempre gli stessi gruppi a partire per primi o per ultimi. L'esito della gara deve rimanere quanto più possibile aperto grazie alla formazione di squadre alla pari (si veda a tal proposito leichtathletiktraining 9 + 10/2016) e all'abile ricorso ad eventuali variazioni: un diverso percorso oppure una diversa posizione di partenza o modalità di arrivo consente, infatti, di mantenere l'attenzione ai massimi livelli. Per comunicare una variazione vi sono svariate modalità: battere le mani è il segnale che capita di incontrare più di frequente. In alternativa, soprattutto per darsi il cambio con il compagno, possono essere utilizzati oggetti (ad esempio un cerchio) o svolti esercizi (ad esempio la cavallina). Per la partenza possono essere utilizzati segnali convenzionali (ad esempio una battuta di mani o un fischio), la posizione di partenza può essere diversa (ad esempio prona) e si può anche determinare una diversa modalità di movimento (ad esempio corsa all'indietro oppure saltellata).

GARA 1 – STAFFETTA CON DADO

Organizzazione

- Formare (almeno) due squadre della stessa grandezza.
- Tracciare una linea di partenza, determinare un punto di svolta (ad una distanza di almeno 20 metri) per ciascuna squadra e rendere disponibile un dado sulla linea di partenza.

Svolgimento

- Al segnale il primo bambino di ogni squadra lancia il dado. A seconda del numero che esce, i bambini svolgeranno un determinato esercizio sul percorso (andata e ritorno):
 1. Saltelli a piedi uniti (come la bimba in foto)
 2. Balzi a rana
 3. Corsa saltata (a grandi passi)
 4. Corsa calciata
 5. Balzi laterali
 6. Corsa (come il bimbo in foto)
- Mentre il primo bambino si sta muovendo sul percorso, il secondo bambino di ciascuna squadra tira il dado (una volta!): può partire soltanto quando l'istruttore batte le mani.

Variazioni

- Giunti al punto di svolta tirare nuovamente il dado per determinare la modalità di movimento per il ritorno.
- Vince la squadra che ha svolto tutti gli esercizi sul percorso (tutti i numeri del dado).
- I bambini lanciano il dado dopo la battuta di mani. Se lo si desidera, si può però lanciare il dado più frequentemente (al massimo tre volte).
- Se esce il numero 1 correre un giro, se esce il 2 due giri ecc. Tutti i bambini possono correre in contemporanea (non appena si lancia il dado). Quale squadra ha corso più giri dopo 5 minuti?

Attenzione

- Utilizzando un grande dado di gommapiuma tutti possono vedere il numero che esce (anche le squadre avversarie). In questo modo le squadre si possono controllare fra loro.
- La casualità insita nella staffetta con dado fa sì che non vi siano squadre favorite.

GARA 2 – LA CORSA DEI NUMERI CIVICI

Organizzazione

- Formare da tre a quattro squadre della stessa grandezza e dare a ciascuna il nome di una via nota della zona (ad esempio Via Mazzini, Via della Stazione, Via alla Chiesa).
- I componenti di ciascuna squadra sono seduti in fila su una linea di partenza e sono nominati dall'istruttore in modo che ciascun bambino riceva un numero civico (ad esempio il numero 2).
- Determinare un punto di svolta per ciascuna squadra (a distanza di almeno 15 metri dalla linea di partenza).

Svolgimento

- L'istruttore chiama:
 - Un numero civico, ad esempio il "3". I bambini ai quali è stato assegnato il numero civico 3 corrono sino al punto di svolta e tornano indietro. Chi ritorna per primo dalla sua squadra guadagna un punto.
 - Il nome di una via: tutti gli abitanti di quella strada eseguono una corsa "interna". La squadra più veloce ottiene un punto.
 - Il nome di una località: corrono tutte le squadre. La squadra i cui componenti tornano per primi seduti in fila sulla linea di partenza ottiene un punto.
- Chi ha ottenuto il maggior numero di punti?

Variazioni

- Chiamare numeri composti da due cifre (ad esempio "24"): corrono gli abitanti delle case ai civici 2 e 4.
- Chiamare operazioni matematiche (ad esempio "45-33" = ?): corrono gli abitanti delle case ai civici 1 e 2 (= 12).

Attenzione

- Si sottrae un punto a chi parte per sbaglio.
- Per aumentare il livello di attenzione, possono essere anche chiamati nomi o numeri che non sono stati attribuiti a nessuno.

GARA 3 – COSTRUIRE E SMONTARE

Organizzazione

- Formare (almeno) due squadre della stessa grandezza.
- Determinare un punto di svolta per ciascuna squadra (a distanza di almeno 15 metri dalla linea di partenza).
- Per ciascuna squadra posizionare (ad esempio) 15 oggetti (ad esempio cinesini, corde per saltare, nastro segnalatore, palline da tennis, lastre di materiale espanso) a livello del punto di svolta.

Svolgimento

- Al segnale, il primo bambino di ciascuna squadra corre sino al punto di svolta, prende un oggetto e, correndo indietro lo appoggia dietro la linea di partenza.
- Non appena l'oggetto è stato appoggiato (non lanciato!) può partire il compagno di squadra.
- Quale squadra ha portato per prima tutti gli oggetti dietro la linea di partenza?

Variazioni

- Correre a coppie tenendosi per mano. Anche in questo caso si può portare con sé soltanto un oggetto.
- A seconda dell'oggetto da portare dietro alla linea di partenza, al ritorno deve essere svolto un determinato esercizio (ad esempio correre con un cinesino in equilibrio sulla testa oppure saltare la corda).

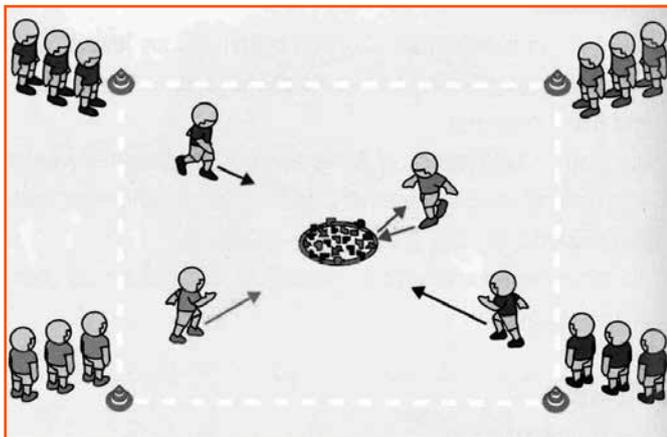
Attenzione

- Prestare attenzione affinché nessuno parta troppo presto.
- Per aumentare la difficoltà aggiungere due ostacoli al percorso della squadra vincitrice della prima manche.

GARA 4 – STAFFETTA PUZZLE

Organizzazione

- Marcare un campo da gioco rettangolare (ad es. 30x20 metri) e posizionare al centro una camera d'aria di una bicicletta.
- Formare quattro squadre e disporre i loro componenti in fila ai quattro angoli del campo da gioco (si veda a tal proposito la figura).



- Assegnare un puzzle a ciascuna squadra e disporre i pezzi del puzzle nella camera d'aria.

Svolgimento

- Al segnale, il primo bambino di ciascuna squadra corre sino alla camera d'aria, prende un pezzo del puzzle e lo porta nell'angolo assegnato alla propria squadra, dove dà il cambio al compagno.
- Quale squadra ha completato il puzzle per prima?

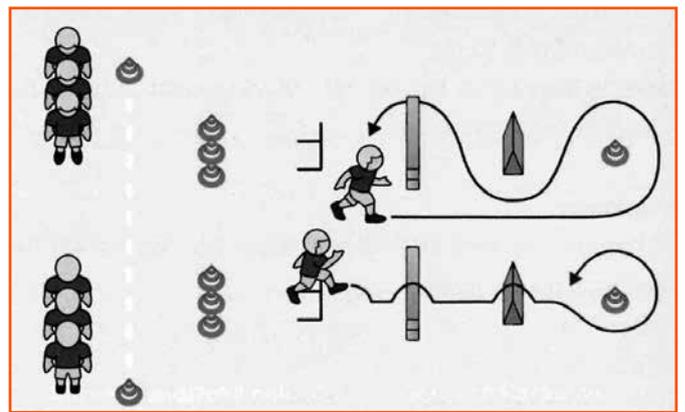
Attenzione

- Chiedere ai bambini di stare attenti a non urtarsi in centro al rettangolo.
- I pezzi di puzzle di altre squadre presi per errore devono essere immediatamente riportati nella camera d'aria.

GARA 5 – SASSO, CARTA, FORBICI

Organizzazione

- Formare due squadre.
- Determinare una linea di partenza e un punto di svolta per ciascuna squadra (a distanza reciproca di almeno 30 metri), oltre che una corsia di ostacoli (ad esempio cinesini, cartoni di banane, ostacolini; si veda a tal proposito la figura).
- I bambini si posizionano in fila dietro alla linea di partenza.



Svolgimento

- I bambini si affrontano a coppie. Il gioco inizia con il comando "sasso, carta, forbici": ciascun bambino fa un segno con le mani: sasso, carta o forbici (si veda a tal proposito la figura).
- Le forbici tagliano la carta. Il sasso distrugge le forbici. La carta avvolge il sasso.
- Chi vince può correre direttamente sino al punto di svolta, chi perde deve superare invece tutta la corsia ad ostacoli (si veda la figura a pagina 12). In caso di segno uguale entrambi i bambini correranno sulla corsia ad ostacoli. In entrambi i casi il ritorno avverrà a slalom tra gli ostacoli.
- Chi arriva primo al punto di partenza ottiene un punto per la sua squadra. Vince la squadra che (dopo tre manche) ha ottenuto più punti.

Titolo Originale: Alle Kinder lieben Wettspiele

Da: leichtathletiktraining 6/18

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

Dalla letteratura internazionale Sintesi di articoli scientifici

IL SALTO IN LUNGO DA FERMO CON UN FOCUS ATTENTIVO ESTERNO MIGLIORA PER RISULTATO DI UN PIÙ EFFICACE ANGOLO DI PROIEZIONE

(Standing long jump performance with an external focus of attention is improved as results of a more effective projection angle)

Ducharme S.W., Wu W.F.W., Lim K., Porter J.M. e Geraldo F.
J Strength Con Res 30(1): 276-281; 2016

Abstract. Ricercatori hanno recentemente dimostrato che la performance del salto in lungo da fermo subisce un miglioramento quando i partecipanti spostano la loro attenzione esternamente invece che sull'azione delle loro gambe, ma non sono state riscontrate differenze esaminando il picco di potenza. Il proposito di questo studio era quello di esaminare le proprietà cinetiche e le cinematiche associate con il salto in lungo da fermo che possano spiegare le differenze tra il focus d'attenzione esterna ed interna. È stato ipotizzato che la condizione a focus esterno possa esprimere un impulso maggiore ed una miglior proiezione di angolo (45°) rispetto al focus interno; 21 partecipanti hanno eseguito ciascuno 5 salti: 1 salto di base, in cui non sono state date istruzioni sull'attenzione, seguiti da 4 salti in cui sono state indotte istruzioni con richiesta di focus esterno od interno in maniera controbilanciata. L'analisi della varianza ha rivelato che i salti con focus esterno sono risultati essere più lunghi rispetto al salto di base e ai salti con focus interno. Le analisi delle misure cinematiche (ad esempio il picco di forza e l'impulso) hanno rivelato non essere presenti differenze significative tra le varie condizioni. Nonostante ciò, vi è stata una differenza significativa tra la condizione di base e di focus interno rispetto a quella di focus esterno nell'avvicinare il miglior angolo di proiezione. Specificatamente, i partecipanti che eseguivano un salto con focus esterno hanno eseguito salti con un angolo medio di 45.7°, rispetto a quelli con focus interno di 49.5° e di base di 49°. Quindi, le differenze riscontrate nella distanza dei salti possono essere spiegate con il fatto che un focus esterno migliora la capacità di eseguire un salto con un angolo di proiezione ottimale. I risultati di questo studio supportano parzialmente l'ipotesi dell'azione obbligatoria.

Parole-chiave: psicologia e sport / biomeccanica / allenamento / salto in lungo da fermo

ALTERARE IL CONTROLLO E LA REGOLAMENTAZIONE DEL RITMO DI CORSA: EFFETTI DEL FOCUS ATTENTIVO DURANTE LA CORSA

(Altering pace control and pace regulation: attentional focus effects during running)

Brick N.E., Campbell M.J., Metcalfe R.S., Mair J.L. e Macintyre T.E.

Med. Sci. Sports Exerc. 48(5): 879-886; 2016

Abstract. Scopo. Al momento, non sono stati pubblicati studi che comparino direttamente il passo auto-controllato (SC) e controllato esternamente (EC) in attività d'endurance. Comunque, le ricerche precedenti suggeriscono che il controllo sul passo possa avere impatti sull'uso di strategia cognitiva e sulla percezione dello sforzo. Lo scopo primario dello studio era quello di indagare gli effetti della percezione di un passo manipolato esternamente sul focus attentivo, sugli outcome fisiologici e psicologici durante la corsa. Lo scopo secondario era quello di determinare la riproducibilità di un passo auto-controllato quando regolato sulla percezione dello sforzo. Metodi: 20 esperti corridori d'endurance hanno eseguito 4 prove di 3km su un treadmill. I soggetti hanno completato due prove a passo SC, una prova a percezione dello sforzo fissa (PE), ed una con istruzione di replicare lo sforzo provato durante il più veloce dei SC del soggetto. Risultati: I soggetti hanno riportato un maggior focus sulla strategia cognitiva come un rilassamento ed un'ottimizzazione dell'azione di corsa durante EC rispetto a SC. Il HR medio era del 2% minore durante EC rispetto a SC alla medesima velocità. La percezione dello sforzo non è cambiata nelle 3 condizioni. Comunque, l'incremento del monitoraggio delle sensazioni interne è coinciso con un aumento della percezione dello sforzo in molti soggetti durante EC e ad un decremento del tempo del 10% per PE (13.0±1.6min) rispetto a SC (11.8±1.2min). Conclusioni: L'alterazione del controllo e la regolazione del passo ha un impatto sul focus attentivo. Il controllo esterno sul passo può facilitare la prestazione, in particolare quando il corridore impiega l'attenzione al miglioramento dell'efficienza di corsa. In accordo, gli interventi di focus attentivo possono apportare benefici in molti atleti nell'adottare le appropriate strategie d'attenzione per ottimizzare la prestazione.

Parole-chiave: psicologia e sport / tecnica e didattica / corsa

BIOMECCANICA E FISIOLOGIA DELLA CORSA IN SALITA ED IN DISCESA

(Biomechanics and physiology of uphill and downhill running)

Vernillo G., Giandolini M., Edwards W.B., Morin J.B., Samozino P., Horvais N. e Millet G.Y.

Sports Med 47(4), 615-629; 2017

Abstract. Il maggior numero di studi sulla corsa vengono svolti su un terreno pianeggiante (LR), anche la regolazione del comportamento locomotorio durante la corsa in salita (UR) ed in discesa (DR) è fondamentale per incrementare le nostre conoscenze sulla locomozione umana. Lo scopo di questo articolo era quello di esaminare la letteratura esistente riguardo gli adattamenti biomeccanici, neuromuscolari e fi-

siologici durante la corsa a diverse pendenze. Rispetto alla LR, la UR è caratterizzata da un'elevata frequenza di passo, incremento del lavoro meccanico interno, minor durata della fase aerea/swing, ed un maggior lavoro; mentre la DR è caratterizzata da un aumento di fase di volo, riduzione di frequenza del passo ed un decremento del lavoro. La pendenza inoltre modifica il modello del movimento del piede a terra, con una progressiva presa di carico dal meso-piede all'avantepiede durante UR, e retro-piede durante DR. Durante UR, i muscoli dell'arto inferiore eseguono un maggior lavoro meccanico netto rispetto a LR e DR per incrementare l'energia potenziale. Durante DR, la dissipazione d'energia è generalmente prevalente rispetto all'energia generata. L'incremento della domanda di lavoro nella corsa in pendenza è dovuto all'incremento di potenza di tutte le articolazioni, in particolare dell'anca. Questo implica che UR richiede una maggior attivazione muscolare rispetto a LR e DR. Il costo energetico della corsa (Cr) incrementa linearmente con l'aumento della pendenza positiva ma il Cr del DR decresce fino alla pendenza minima di -20%, dopo la Cr incrementa nuovamente. Gli effetti della pendenza sulla biomeccanica, il modello di contrazione muscolare e le reazioni fisiologiche hanno importanti implicazioni nella prevenzione dell'infortunio ed il successo di atleti che competono in gare di corsa.

Parole-chiave: biomeccanica / tecnica di corsa / corsa in salita / corsa in discesa

ACCURATEZZA DEL SENSORE INERZIALE PARTWEAR E DEL SISTEMA DI MISURAZIONE OTTICO OPTOJUMP PER MISURARE IL TEMPO DI CONTATTO AL TERRENO DURANTE LA CORSA

(Accuracy of PARTwear inertial sensor and Opto-jump optical measurement system for measuring ground contact time during running)

Ammann R., Taube W. e Wyss T.

J Strength Cond Res 30(7): 2057-2063; 2016

Abstract. L'obiettivo di questo studio era quello di validare il tempo di contatto a terra (GCT) durante la corsa in 2 differenti sistemi di lavoro: un piccolo sensore inerziale, PARTwear (PW), legato ai lacci delle scarpe, ed il sistema a misuratore ottico, Optojump (OJ), posto sulla pista. 20 soggetti ben allenati hanno eseguito 12 corse in una pista indoor ad una velocità compresa tra 3.0 e 9.0 m·s⁻¹. GCT di un passo per ogni corsa (144 in totale) è stato simultaneamente ottenuto dal PW, il OT ed una camera ad alta velocità (HSC), per mezzo del quale la parte finale è servita come sistema di riferimento. La frequenza di campionamento era di 1000Hz per tutte le metodologie. Comparate con HSC, il PW e il OT hanno sottostimato il GCT di -1.3±6.1% e -16.5±6.7% (p-values ≤ 0.05) rispettivamente. Il coefficiente di correlazione interclasse tra PW e HSC e tra OJ e HSC era di 0.984 e 0.853 (p<0.001). Nonostante la costante sistematica sotto-stimazione del GCT, le analisi indicano che il PW ha raccolto correttamente il GCT in un ampio range di velocità. Comunque, i risultati mostra-

no solo una moderata validità per il OJ, con un incremento di errori al diminuire della velocità. In conclusione, il PW ha provato avere una maggior utilità e validità di applicazione, ed il suo uso è raccomandato non solo in situazione da laboratorio, ma anche da campo. Al contrario, i dati del GCT ottenuti con l'OJ durante la corsa devono essere trattati con cautela, specialmente quando la velocità di corsa cambia o quando si comparano dati di GCT presi attraverso altri sistemi di misura.

Parole-chiave: cinematica / strumenti di misurazione / corsa

L'ALLENAMENTO DI INTERVAL TRAINING MIGLIORA LA FLESSIBILITÀ COGNITIVA E LA POTENZA AEROBICA DI GIOVANI ADULTI

(Interval running training improves cognitive flexibility and aerobic power young healthy adults)

Venckunas T., Snieckus A., Trinkunas E., Baranaukiene N., Solinik R., Joudsnukis A., Streckis V. e Kamandulis S.

J Strength Cond Res 30(8): 2114-2121; 2016

Abstract. I benefici di un regolare esercizio fisico possono essere estesi da una riduzione di rischi cronici degenerativi ed un aumento delle capacità lavorative, a moltissimi altri aspetti per il benessere della persona, incluso l'incremento delle facoltà cognitive. Gli effetti di un allenamento continuato a moderata intensità sulla performance cognitiva sono stati ben studiati e riconosciuti, i benefici dell'allenamento intervallato invece non sono stati ben indagati. Lo scopo dello studio corrente era quello di osservare come 7 settimane di allenamento intervallato possano aver effetto nel miglioramento sia delle capacità aerobiche che di quelle cognitive. Per questo, 8 giovani marinai (6 ragazzi e 2 ragazze) hanno completato un programma di allenamento intervallato, prima e dopo del quale sono state valutate: la performance sulle distanze di corsa di 200m e 2000m, il massimo consumo d'ossigeno su cicloergometro e le funzioni cognitive. Il gruppo di controllo era composto da soggetti sani della stessa età (8 ragazzi e 2 ragazze) che hanno continuato la loro attività di vita quotidiana e sono stati testati nello stesso modo del gruppo sperimentale, ma senza l'esecuzione di alcun tipo di allenamento. Nel gruppo sperimentale, la performance dei 200m e dei 2000m e il massimo consumo d'ossigeno sono aumentati insieme ad un aumento delle capacità di flessibilità cognitiva, ma non sono risultati cambiamenti nella memoria a breve termine e nel lavoro mentale. Nessun cambiamento, di qualsiasi indice, è risultato nel gruppo di controllo. In conclusione, 7 settimane di allenamento intervallato hanno migliorato la performance di corsa e la potenza aerobica su cicloergometro, e sono stati sufficienti a migliorare l'abilità di modificare l'atteggiamento in base al cambio di domanda in giovani adulti attivi.

Parole-chiave: psicologia e sport / benefici attività sportiva / interval training

INFLUENZA DI UNA PARTENZA VELOCE FORZATA SULLA PRESTAZIONE DI UNA 10KM DI CORSA

Influence of an enforced fast start on 10km running performance

do Carmo E.C., Barroso R., Rentree A., Gil S. e Tricoli V.

Int. J. Sp. Phy. Per. 2(6): 736-741 (2016)

Abstract. Gli effetti di una partenza veloce forzata sulla performance di lunga distanza sono controversi e sembra dipendano dalle capacità dell'atleta di ritardare e tollerare il disagio metabolico. Lo scopo di questo studio era quello di indagare gli effetti di una partenza forzata nella performance di 10km di corsa e l'influenza di alcune variabili fisiologiche e performance sull'abilità di tollerare una partenza veloce forzata durante la corsa. 15 corridori moderatamente allenati hanno eseguito 2 10km (TTs): passo libero (FP-TT) e partenza veloce (FS-TT). Durante il FS-TT, la velocità del primo km era del 6% più alta rispetto al FP-TT. Sono stati individualmente determinati: massimo consumo di ossigeno (VO_2max), picco di velocità (PV), velocità associata con VO_2max (v_{VO_2max}), soglia ventilatoria, economia di corsa a 10 e 12 km/h e velocità media nel FP-TT (AV-10km). Non vi sono state differenze tra le performance del FP-TT e FS-TT (45:01±4:08 Vs 45:11±4:46 min:s, $P=0.4$). 8 partecipanti hanno migliorato la propria performance (+2.2%) e sono stati classificati come "positive responders" (PR) e 7 hanno decrementato la performance (-3.3%) e sono stati classificati come "negative responders" (NR). La velocità di corsa è stata significativamente maggiore per i PR tra i 6 ed i 9.2Km ($P<0.05$) durante FS-TT. In oltre PR hanno presentato un maggior PV ($P=0.02$) e v_{VO_2max} ($P=0.01$) rispetto ai NR, suggerendo che PV e v_{VO_2max} possano influenzare l'abilità di tollerare una strategia di partenza veloce. In conclusione, vi è una risposta individuale alla strategia di partenza veloce nei 10km, e chi aumenta la performance presenta un alto valore di v_{VO_2max} e PV, suggerendo una possibile associazione tra queste variabili e le risposte alla strategia adottata.

Parole-chiave: fisiologia / tattica di gara / corsa di endurance / competizione 10 km

L'ASSUNZIONE DI CARBOIDRATI DURANTE LA CORSA DI ENDURANCE MIGLIORA LA PRESTAZIONE? UNA RASSEGNA CRITICA

Does carbohydrate intake during endurance running improve performance? A critical review

Wilson P.B.

J Strength Cond Res 30(12): 3539-3559; 2016

Abstract. Numerose rassegne di articoli hanno indagato gli effetti dell'ingestione di carboidrati durante esercizi prolungati senza focalizzarsi sulla corsa. Vista la popolarità delle corse di distanza ed il largo utilizzo di supplementi con carboidrati,

questo articolo analizza le evidenze riguardanti l'ingestione di carboidrati e la corsa prolungata. I criteri d'inclusione erano (a) studi sperimentali riportati in lingua inglese che includessero una performance (b) intensità d'esercizio da moderata ad alta >60min (escluso l'intermittente) e (c) ingestione di carboidrati (esclusi i risciacqui in bocca). Sono stati identificati 30 studi con 76 donne e 505 uomini. 13 dei 17 studi che comparavano bevande con carboidrati con acqua o placebo hanno trovato una correlazione positiva tra performance e carboidrati, tuttavia eterogeneità nei protocolli preclude una chiara generalizzazione riguardo l'effect size aspettato. Ulteriori evidenze suggeriscono che (a) i benefici maggiori nella performance accorrono durante eventi >2 ore, tuttavia diversi studi hanno mostrato benefici per richieste fino a 90-120min; (b) l'utilizzo di bevande con carboidrati incrementa il fastidio gastrointestinale senza un incremento della performance; (c) i carboidrati in gel hanno influenza in eventi fino a 16-21km; e (d) i saccaridi multipli possono aver beneficio in eventi >2ore se l'assunzione è ≥ 1.3 g·min⁻¹. Visto che la maggioranza dei partecipanti erano giovani adulti veloci, le influenze riguardo alle donne runner, adolescenti, anziani e le loro condizioni alimentari sono sconosciute. Gli studi futuri dovrebbero tener conto di queste limitazioni per chiarificare maggiormente il ruolo dell'ingestione dei carboidrati durante la corsa prolungata.

Parole-chiave: nutrizione / assunzione carboidrati / corse di endurance

GLI EFFETTI DELL'ALLENAMENTO DI FORZA SUGLI INDICATORI DI PRESTAZIONE NEI RUNNER DI LUNGA DISTANZA

(The effect of strength training on performance indicators in distance runners)

Beattie K., Carson B.P., Lyons M., Rossiter A. e Kenny I.C.

J Strength Cond Res 31(1); 9-23; 2017

Abstract. L'economia di corsa (RE) e la velocità al massimo consumo d'ossigeno (vVO_2max) sono considerati i migliori indicatori fisiologici della performance in corridori di distanze prolungate d'élite. In aggiunta la funzione cardiovascolare, RE e v_{VO_2max} sono in parte dettate da fattori neuromuscolari. Una tecnica per aumentare la funzione neuromuscolare negli atleti è attraverso l'allenamento della forza. Lo scopo di questo studio era quello di indagare sugli effetti di 40 settimane d'allenamento di forza (massimale e reattiva), vVO_2max , economia, e composizione corporea (massa grassa e massa magra) in corridori di lunghe distanze competitivi. 21 corridori competitivi sono stati divisi in un gruppo d'intervento ($n=11$; 29.5±10.0 anni; 72.8±6.6kg; 1.83±0.08m) e un gruppo di controllo ($n=9$; 27.4±7.2 anni; 70.2±6.4kg; 1.77±0.04m). Durante le settimane 0, 20, 40 ogni soggetto ha eseguito 3 protocolli: fisiologico (v_2 mmol·L⁻¹ BLa, v_2 mmol·L⁻¹ BLa [lattato sanguigno], v_4 mmol·L⁻¹ BLa, RE, vVO_2max , VO_2max), forza (1 RM back squat; salto con contromovimento e salto in basso

da 0.3m), e composizione corporea (massa corporea, massa grassa, massa magra, massa magra arti inferiori). Il gruppo d'intervento ha mostrato un incremento significativo nelle qualità di forza massima ed esplosiva, RE e v VO₂max, a settimana 20 (p≤0.05) e 40 (p≤0.05). Il gruppo di controllo non ha mostrato alcuna modifica in nessun momento. Non vi sono stati cambiamenti significativi nelle variabili della composizione corporea tra e nei gruppi. Questo studio ha dimostrato che 40 settimane di allenamento di forza può significativamente aumentare le qualità di forza massima e reattiva, RE e v VO₂max, senza una concomitante ipertrofia, in corridori competitivi di corsa prolungata.

Parole-chiave: *corse di endurance / allenamento di forza / economia della corsa*

EFFETTI DI UN BREVE O LUNGO RISCALDAMENTO SULLA PRESTAZIONE INTERMEDIA DI CORSA

Effects of short or long warm-up on intermediate running performance

van den Tillaar R., Vatten T. e von Heimburg E.

J Strength Cond Res 31(1); 37-44; 2017

Abstract. Lo scopo di questo studio era quello di comparare gli effetti di un lungo riscaldamento (generale + specifico) ed un riscaldamento corto (specifico) sulla performance di una corsa intermedia (3 minuti). 13 atleti esperti allenati nell'endurance (età 23.2±2.3 anni, massa corporea 79.8±8.2 kg, statura 1.82±0.05 m) hanno eseguito 2 tipologie di riscaldamento a distanza di una settimana: un riscaldamento lungo (10 minuti, 80% frequenza cardiaca massima, e 8x60m ad intensità crescente con recupero 1 minuto) ed un riscaldamento breve (8x60m ad intensità crescente con recupero 1 minuto). Ogni riscaldamento è stato seguito da un test di corsa di 3 minuti in un treadmill non motorizzato. Sono state misurate la distanza percorsa, la velocità di corsa ogni 30s, la frequenza cardiaca, la concentrazione di lattato nel sangue, il consumo d'ossigeno e la percezione dello sforzo. Non sono state trovate differenze significative tra le variabili di performance e i parametri fisiologici tra le due tipologie di riscaldamento, ad eccezione della percezione dello sforzo e la frequenza cardiaca, che erano maggiori dopo il riscaldamento lungo e dopo il test di 3 minuti rispetto al riscaldamento corto. Si è giunti alla conclusione che il riscaldamento corto ha il medesimo effetto del riscaldamento lungo in una performance intermedia. Quindi, gli atleti possono scegliere loro stessi se includere una parte generale nella loro routine di riscaldamento, sebbene questo non incida sulla performance di corsa rispetto all'utilizzo di un riscaldamento corto e specifico. In conclusione, per incrementare l'efficienza del tempo d'allenamento o della competizione, il riscaldamento corto e specifico potrebbe essere preferito al riscaldamento lungo.

Parole-chiave: *allenamento di endurance / riscaldamento / mezzofondo*

FATTORI PSICOSOCIALI ED INFORTUNI NELLO SPORT: META-ANALISI PER LA PREDIZIONE E LA PREVENZIONE

(Psychosocial factors and sport injuries: meta-analyses for prediction and prevention)

Ivarsson A., Johnson U., Andersen M.B., Traaen U., Stenling A. e Lindwall M.

Sports Med 47 (2), 353-365; 2017

Abstract. *Background:* diversi studi hanno suggerito che le variabili psicosociali possono incrementare il rischio di incorrere in infortuni durante l'attività fisica. Obiettivo primario di questa meta-analisi era di esaminare (i) l'effect size della relazione tra le variabili psicosociali (suggerite come predittive d'infortunio nel modello di stress e infortunio dell'atleta) ed il tasso d'infortunio, e (ii) gli effetti degli interventi psicosociali sulla riduzione degli episodi d'infortunio (prevenzione). *Metodi:* è stata effettuata una ricerca con database elettronici specifici contenenti riviste di sport ed esercizio fisico e psicologia. Dalla revisione della letteratura sono risultati 48 articoli contenuti un effect size di 161 per la predizione dell'infortunio e di 7 per la prevenzione dell'infortunio. *Risultati:* i risultati hanno mostrato che le risposte allo stress (r=0.27, 80% CI [0.20, 0.33]) e la storia dello stressor (r=0.13, 80% CI [0.11, 0.15]) hanno una forte associazione con il tasso d'infortunio. Inoltre, i risultati dalla path analysis hanno mostrato che la risposta allo stress è mediata dalla relazione tra la storia degli stressor ed il tasso d'infortunio. Per la prevenzione dell'infortunio, tutti gli articoli (N=7) hanno mostrato un decremento di tasso d'infortunio nei gruppi con trattamento rispetto ai gruppi di controllo. *Conclusioni:* I risultati supportano la proposta del modello delle variabili psicosociali, così come quelle psicologiche, che possono influenzare il rischio d'infortunio tra gli atleti.

Parole-chiave: *psicologia e sport / prevenzione infortuni / prevenzione infortuni*

CORE-STABILITY NEGLI ATLETI: UN'ANALISI CRITICA SULLE LINEE DI GUIDA CORRENTI

(Core stability in athletes: a critical analysis of current guidelines)

Wirth K., Hartmann H., Mickel C., Szilvas E., Keiner M. e Sander A.

Sports Med 47(3), 401-414; 2017

Abstract. Nelle ultime due decadi, gli esercizi per la core-stability hanno guadagnato un grandissimo interesse negli sport professionali. Le ricerche si sono focalizzate sulla prevenzione degli infortuni e l'incremento della performance atletica. Abbiamo analizzato le linee guida per il cosiddetto allenamento funzionale di forza per la prevenzione del dolore alla schiena ed abbiamo riscontrato che i programmi sono simili a quelli di riabilitazione per il dolore alla schiena; spes-

so sono identici. Sorprendentemente, la maggior parte delle indicazioni degli esercizi non sono mai state testate per la loro effettiva efficacia o comparate con le indicazioni dei carichi normalmente utilizzati negli allenamenti di forza. L'analisi della letteratura scientifica sugli esercizi di core-stability mostra che gli adattamenti del sistema nervoso centrale (attivazione volontaria dei muscoli del tronco) viene utilizzata per giustificare gli esercizi delle linee guida. Gli adattamenti della struttura morfologica, importanti per la stabilità del tronco oltre che per la salute dell'atleta, non sono adeguatamente descritti negli studi sperimentali o nelle review. In questo articolo, spieghiamo perché le linee guida create per la riabilitazione da dolore alla schiena sono insufficienti per un allenamento di forza di un atleta professionista. Analizziamo criticamente gli ordinari concetti come "attivazione selettiva" ed allenamento su superfici instabili.

Parole-chiave: *allenamento della forza / core-stability / prevenzione infortuni*

ALLENAMENTO ESPLOSIVO E ALLENAMENTO CON SOVRACCARICHI SONO EFFICACI PER MIGLIORARE L'ECONOMIA DELLA CORSA NEGLI ATLETI DI ENDURANCE: UNA RASSEGNA SISTEMATICA E META-ANALISI

(Explosive training and heavy weight training are effective for improving running economy in endurance athletes: a systematic review and meta-analysis)

Denadai B.S., Alves de Aguiar R., Coelho Rabello de Lima L., Coelho Greco C. e Caputo F.

Sports Med 47(3), 545-554; 2017

Abstract. *Background:* vengono utilizzate diverse strategie per incrementare l'economia di corsa (RE). Definita come consumo di ossigeno richiesto per mantenere una velocità di corsa sottomassimale, è considerata uno dei parametri aerobici chiave per la performance nelle corse d'endurance. In questo contesto, sia l'allenamento di forza che l'allenamento aerobico possono essere considerati metodi efficaci, sebbene non

sia ancora possibile portare a termine un allenamento ottimale di forza. **Obiettivo:** valutare gli effetti dell'allenamento di forza sulla RE in atleti di corsa prolungata ed indentificare gli effetti sulle caratteristiche del soggetto e l'ampiezza dell'incremento di RE in base alle variabili dell'allenamento di forza. **Metodi:** abbiamo condotto una ricerca computerizzata nei database di PubMed e Web of Science, e sono stati ricercati riferimenti di studi originali a partire da studi successivi. L'analisi ha compreso 20 effetti in 16 studi pubblicati fino ad Agosto 2015. I risultati sono stati calcolati come la differenza in percentuale di modifica tra il gruppo sperimentale ed il gruppo di controllo ed i dati hanno presentato un limite di confidenza medio del 95%. La meta-analisi è stata eseguita utilizzando un modello ad effetti-randomizzato e, inoltre, è stata utilizzata un'analisi di meta-regressione singola e multipla per identificare gli effetti dell'età, stato di allenamento, numero di sessioni a settimana, durata dell'allenamento, tipo di allenamento e performance neuromuscolare sulla % di variazione di RE. **Risultati:** i programmi di allenamento di forza con pesi hanno piccoli effetti benefici sulla RE (% di variazione= $-3.93 \pm 1.19\%$, $p < 0.001$). Inoltre, programmi d'allenamento di forza esplosiva (% di variazione= $-4.83 \pm 1.53\%$, $p < 0.001$) e di sollevamento di pesi elevati (% variazione= -3.65 ± 2.74 , $p = 0.009$) hanno prodotto incrementi simili nella RE, mentre l'allenamento isometrico (% di variazione= -2.20 ± 4.37 , $p = 0.324$) non ha indotto effetti significativi, negli studi selezionati. L'analisi della meta-regressione multipla lineare ha mostrato che tutte le differenze nel cambio di % di variazione possano essere spiegate includendo le sopra-indicate caratteristiche dei soggetti e gli elementi del programma d'allenamento. Questo modello mostra che la grandezza della % di variazione di RE era maggiore, quanto maggiore era il periodo di allenamento ($b = -0.83 \pm 0.72$, $p = 0.02$). **Conclusioni:** gli allenamenti di forza esplosiva e di pesi elevati sono degli effettivi metodi di allenamento per aiutare l'incremento della RE in poche settimane. Tuttavia, sembrano necessari programmi di allenamento a più lungo termine quanto più sono gli incrementi di RE desiderati.

Parole-chiave: *allenamento di endurance / economia della corsa / allenamenti con sovraccarichi*

Rassegna bibliografica

In collaborazione con il Centro di Documentazione di Siracusa.

BIOMECCANICA FISILOGIA ALLENAMENTO

In apertura un articolo che studia le differenti modalità di recupero nell'allenamento di resistenza, in particolare nell'Hiit (High intensity interval training), nel RST (repeated-sprint training), nel SIT (sprint interval training), e AIT nell'AIT (aerobic interval training), cercando di evidenziarne anche gli effetti a lungo termine, al fine di ottimizzare questi tipi di protocollo di allenamento. (**Schoenmakers PPJM, Hettinga FJ, Reed KE.** – *Recovery in interval training – Recupero nell'interval training - International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14, 6, 859-867).

In un altro studio sempre sulla Hit, si analizzano gli effetti di questa metodologia di allenamento sul cuore; i risultati evidenziano come la HIIT e non la corsa a moderata intensità induca l'ipertrofia eccentrica miocardiale, però la HIIT migliora la meccanica ventricolare sinistra, incrementando le funzioni contrattili e diastoliche. (**Huang YC, Tsai HH, Fu TC, Hsu CC, Wang JS.** - *High-Intensity Interval Training Improves Left Ventricular Contractile Function – L'interval training ad alta intensità migliora la funzione contrattile ventricolare sinistra - Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51, 7, 1420-1428).

Sulla PAP, uno studio sotto forma di review con indicazioni pratiche, in cui si valuta l'inserimento nel riscaldamento di esercizi con sovraccarico che sembrano poter avere effetti positivi nell'allenamento per il mezzofondo. (**Blagrove R, Howatson G, Hayes PR.** – *Use of Loaded Conditioning Activities to Potentiate Middle- and Long-Distance Performance - Uso di attività fisiche con sovraccarico per potenziare la prestazione nel fondo e mezzofondo, The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, 8, 2288-2297).

Sulla forza e la PAP potrebbe risultare interessante anche lo studio presentato dalla rivista Journal of Strength & Conditioning Research, sugli effetti di serie di back squat sulla PAP. In particolare le risultanze dimostrano che si possono usare back squat a media ed alta intensità per potenziare il CMJ con un protocollo, in cui si effettuino un minimo di 3 minuti di recupero. (**Bauer P, Sansone P, Mitter B, Makivic B, Seitz LB, Tschan H.** – *Acute Effects of Back Squats on Countermovement Jump Performance Across Multiple Sets of a Contrast Training Protocol in Resistance-Trained Men – Effetti acuti di back squat sulla prestazione del Salto con contromovimento con un protocollo di allenamento di contrasto di serie multiple in soggetti ma-*

schii allenati nella forza - Journal of Strength & Conditioning Research, 33, 4, 995-1000).

E ancora sulla PAP nella stessa rivista troviamo una review effettuata sotto forma di metanalisi sugli effetti di questa metodologia sui salti verticali. Le conclusioni evidenziano risultati positivi, se vengono seguite le linee guida per la sua effettuazione. (**Dobbs WC, Tolusso DV, Fedewa MV, Esco MR.** – *Effect of Postactivation Potentiation on Explosive Vertical Jump: A Systematic Review and Meta-Analysis - Effetto della Postactivation Potentiation sul salto verticale esplosivo: una review e metanalisi sistematiche - The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, 7, 2009-2018).

Un altro metodo spesso utilizzato per migliorare la forza è rappresentato dall'utilizzo di elastici. Segnaliamo uno studio in cui si verifica la reale efficacia di questo metodo di allenamento, suggerito anche nei momenti di riabilitazione. (**Picha KJ, Almaddah, MR, Barke J, Ciochetty T, Black WS, Uhl TL.** - *Elastic Resistance Effectiveness on Increasing Strength of Shoulders and Hips – Efficacia dell'allenamento di forza con elastici sull'aumento di forza delle spalle e delle anche - The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33,4, 931-943).

Ancora sulla forza nella stessa rivista viene proposto un articolo con un'altra review sulle modalità dell'allenamento pliometrico nelle donne (**Moran J, Clark, CCT, Ramirez-Campillo R, Davies MJ, Drury B.** - *A Meta-Analysis of Plyometric Training in Female Youth – Una metanalisi sull'allenamento pliometrico nelle giovani atlete – The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, 7, 1996-2008).

Per quanto riguarda la forza nel mezzofondo un ulteriore studio analizza gli effetti negativi dell'attività fisica aerobica sulla forza massimale e sulla prestazione della forza resistente, la cui dimensione dipende dal volume dell'allenamento svolto. (**Ribeiro N, Ugrinowitsch C, Leme V, Pannissa G, Tricoli V.** – *Acute effects of aerobic exercise performed with different volumes on strength performance and neuromuscular parameters – Effetti acuti dell'attività fisica aerobica eseguita con differenti volumi sulla prestazione di forza e i parametri neuromuscolari – European Journal of Sport Science*, 2019, 3, 287-294).

Infine proponiamo uno studio sulle caratteristiche muscolari del saltatore in lungo, confrontate anche con quelle di atleti amputati. Le conclusioni sottolineano l'importanza del rinforzo dei muscoli responsabili dell'estensione dell'anca e del ginocchio, come anche della stabilizzazione del piano frontale, da effettuare nella parte iniziale della stagione per evitare infortuni. (**Funken J, Willwacher S, Heinrich, K, Müller R, Hobara H, Grabowski AM, Potthast W** – *Three-Dimensional Take-off Step Kinetics of*

Long Jumpers with and without a Transtibial Amputation – Cinetica tridimensionale dello stacco di saltatori in lungo con e senza amputazione transtibiale – Medicine & Science in Sports & Exercise: 51, 4, 716-725).

MEDICINA

La rivista sull'alimentazione sportiva della Human Kinetics dedica un intero numero alle tematiche della nutrizione, in cui si riportano le linee guida della Federazione Internazionale di Atletica Leggera, sia per gruppi di discipline, sia su altri aspetti connessi allo svolgimento di questo sport come le situazioni ambientali particolari, il jet lag, le metodiche per una corretta idratazione. (**International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition – Linee guida 2019 della Federazione Internazionale di Atletica leggera: alimentazione – Sport nutrition and exercise metabolism, 2019, 2**). Altro argomento strettamente legato alla nutrizione è rappresentato dallo studio del microbiota intestinale, evidenziando la necessità di avere una sempre maggiore conoscenza delle dinamiche di interazione dei metaorganismi composti da cellule eucariote e da elementi microbici. Diversi Autori hanno indagato la relazione tra microbiota intestinale ed esercizio fisico; si sottolinea, comunque, che per ottenere variazioni significative è necessario modulare opportunamente i parametri dell'allenamento. (**Bertuccioli A – Microbiota intestinale & attività fisica – Sport&medicina, 2, 2019**).

L'uso cronico di marijuana in atleti evidenzia effetti poco significativi sulla prestazione, ma negativi sul sistema cardiocircolatorio perché può originare elevate concentrazioni di CRP, che creano il rischio di malattie cardiovascolari. (**Lisano JK, Smith JD, Mathias AB, Christensen M, Smoak P, Phillips KT, Quinn CJ, Stewart LK. – Performance and Health-Related Characteristics of Physically Active Males Using Marijuana – Prestazione e caratteristiche della condizione di salute di soggetti maschi fisicamente attivi che fanno uso di marijuana – The Journal of Strength & Conditioning Research, 33,6, 1658-1668**).

Altri effetti negativi sul cuore sono segnalati nella rivista americana MSSE, in un articolo che analizza la concentrazione di ST2 nei maratoneti, che deve essere tenuta sotto controllo. (**Aengevaeren, VL, Van Kimmeneade RJ, Hopman MTE, Van Royen N, Snider JV, Januzzi JL, George KP, Eijssvogels TMH – Exercise-induced Changes in Soluble ST2 Concentrations in Marathon Runners – Cambiamenti nelle concentrazioni di ST2 solubile indotti da attività fisica nei maratoneti – Medicine & Science in Sports & Exercise: 51, 3, 405-410**).

Negli atleti che praticano sport cosiddetti « overhead », una delle condizioni patologiche più comuni è l'instaurarsi di una tendinopatia della cuffia dei rotatori, perché sollecitata in modo continuativo. Accanto ai trattamenti più convenzionali, l'idrokinesiterapia deve essere considerata un valido approccio complementare perché, grazie agli effetti fisici e biologici del corpo in immersione, è possibile integrare nel programma riabilitativo esercizi di mobilizzazione, stretching e stabilizzazione. Viene presentato un caso clinico che illustra le modalità operative. (**Brustia M – Cuffia dei rotatori: idrokinesiterapia di supporto – Sport&medicina, 1, 2019**).

Infine segnaliamo una Review proposta nel sito squatuniversity.com, in cui Aaron Horschig analizza gli aspetti della tecnica nell'esecuzione dello squat, cercando di prevenire l'insorgenza di infortuni e migliorare la forza. (**Così L – Squat: conoscere, saper fare e saperlo insegnare – Il fisioterapista, 3, 2019**).

PSICOLOGIA DELLO SPORT

Nella rivista European Journal of Sport Sciences si dimostra quello che intuitivamente risulta abbastanza evidente, cioè che il carico interno di lavoro percepito dal mezzofondista che corre da solo è maggiore rispetto a quello che corre in gruppo. (**Casado A, Moreno-Pérez D, Larrosa M, Renfree A. – Different psychophysiological responses to a high-intensity repetition session performed alone or in a group by elite middle-distance runners – Risposte psicofisiologiche differenti ad una seduta di ripetute ad alta intensità eseguita da soli o in gruppo da mezzofondisti di élite – European Journal of Sport Sciences – 19, 8, 1045-1052**).

L'International Journal of Sport Science and Coaching propone vari studi sul coaching e i rapporti interpersonali. Gli allenatori hanno un ruolo cruciale nel creare le basi dell'autonomia dell'atleta, i compagni influenzano le competenze ed i rapporti personali, mentre il ruolo dei genitori è l'aspetto meno studiato. (**Chu TLA, Zhang T. – The roles of coaches, peers, and parents in athletes' basic psychological needs: A mixed-studies review. I ruoli di allenatori, compagni e genitori nei bisogni psicologici di base degli atleti: una review di studi misti - International Journal of Sport Science and Coaching, 569-588**). Nella stessa rivista viene proposta una review sugli studi riguardanti il coaching nello sport dell'ultimo decennio (**Griffo JM, Jensen M, Anthony CC. – A decade of research literature in sport coaching (2005-2015) – Un decennio di studi di ricerca nel coaching sportivo – International Journal of Sport Science and Coaching, 14, 2, 205-215**).

Il burn-out dell'atleta e come esso possa essere ridotto od amplificato dalla condotta dell'allenatore viene analizzato in un articolo, che ha studiato sia le caratteristiche individuali (genere, età e livello sportivo) che i fattori socioculturali (tipo di sport). Due variabili significative sono rappresentate dall'età e dal genere. **(Davis L, Stenling A, Gustafsson H et al.** – *Reducing the risk of athlete burnout: Psychosocial, sociocultural, and individual considerations for coaches – Ridurre il rischio di burn-out dell'atleta: considerazioni psicosociali, socioculturali e individuali per gli allenatori - International Journal of Sport Science and Coaching, 444-452*).

Infine la rivista "International Sport Coaching Journal", della Human Kinetics, propone una review sul coaching, cercando di individuare i meccanismi attraverso i quali le strategie messe in pratica del coach possano influire positivamente sui risultati dell'atleta. **(Nicho AJ, Hall, ET, Vickery, W, Hayes, PR.** – *Examining the Relationships Between Coaching Practice and Athlete "Outcomes": A Systematic Review and Critical Realist Critique – Esame delle relazioni tra pratica del coaching e "esiti positivi" dell'atleta: una review sistematica e una critica concreta realistica – International Sport Coaching Journal, 6, 1, 13-29*).

SPORT GIOVANILE

Si analizzano le relazioni tra stiffness verticale, stiffness della gamba e velocità massima in giovani di 11-16 anni, perché questi indicatori sono determinanti nelle gare di velocità. Si suggeriscono, quindi, allenamenti che prevedano esercitazioni pliometriche e di forza per fare svi-

luppare la capacità di velocità. **(Meyers RW, Moeskops, SO, Jon L, Hughes MG, Cronin JB, Lloyd RS.** – *Lower-Limb Stiffness and Maximal Sprint Speed in 11-16-Year-Old Boys – Stiffness degli arti inferiori e velocità massima di sprint in giovani di 11-16 anni – The Journal of Strength & Conditioning Research, 33, 7, 1987-1995*).

MANAGEMENT E GESTIONE

Nella gestione di una società sportiva il tema dei compensi sportivi rimane indiscutibilmente sempre di grande attualità, in particolare viene analizzata la questione se i soggetti che percepiscono i compensi erogati "nell'esercizio diretto di attività sportive dilettantistiche", debbano essere tesserati per l'ente, al quale è affiliata la società sportiva, e se ancora, i medesimi soggetti, debbano essere in possesso di un certificato o brevetto abilitativo rilasciato dall'ente stesso e dal CONI. **(Bresci R** – *I cosiddetti "compensi sportivi" – Sport&medicina, 2, 2019*).

Per concludere segnaliamo un interessante lavoro sulla posizione della donna nel management sportivo; infatti la presenza della donna soprattutto nelle posizioni manageriali sportive di punta è ancora molto bassa in tutto il mondo, nonostante gli studi abbiano evidenziato la positività della diversità di genere. Viene presentato un modello in grado di sviluppare strategie che aiutino la donne a raggiungere le posizioni a cui aspirano nella loro carriera in campo sportivo. **(Hartzell AC, Dixon MA.** – *A Holistic Perspective on Women's Career Pathways in Athletics Administration – Una prospettiva olistica nei percorsi di carriera delle donne nella gestione dello sport – Journal of Sport Management, 33,2,79-92*).

S/rubriche

RECENSIONI

Il grande sprint Tra sogno e realtà

Valerj Borzov



EDIZIONI-SdS - Scuola dello Sport
CATEGORIE: autobiografia / velocità / metodologia / pianificazione dell'allenamento
ANNO EDIZIONE: 2019
PAGINE: 256

DALL'AUTORE / DAL TRADUTTORE / PRESENTAZIONE DI GIOVANNI MALAGÒ

CAPITOLO 1: LA VERITÀ DELLA MIA VITA
CAPITOLO 2: LE CARATTERISTICHE DELLA PREPARAZIONE DI BASE (1962-1966). ALLENATORE B.I. VOITAS

- Sull'origine
- La periodizzazione e la metodologia dell'allenamento

CAPITOLO 3: LE CARATTERISTICHE DELLA PREPARAZIONE SPECIALE (1966-1979). ALLENATORE V.V. PETROVSKIJ

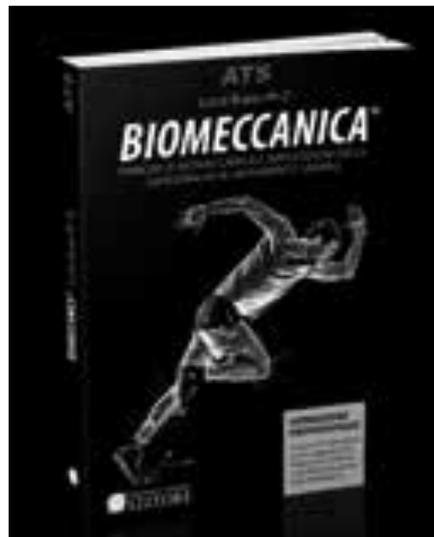
- La pianificazione della preparazione sportiva
- Programmazione degli allenamenti e caratteristiche della preparazione alle principali gare stagionali

- Variazione delle caratteristiche dei mezzi di allenamento nelle tappe della preparazione annuale
- Gli esercizi di allenamento e le raccomandazioni per la loro applicazione pratica
- Esercizi speciali per il perfezionamento della partenza e dell'accelerazione di partenza
- Esercizi speciali per il perfezionamento della tecnica della corsa sulla distanza e della tecnica di arrivo
- Esercizi specifici per sviluppare le capacità funzionali dello sprinter
- La caratteristica della metodologia dei miei allenamenti

APPENDICE

Biomeccanica Principi di biomeccanica e applicazioni della video analisi al movimento umano

Luca Russo



EDITORE: ATS Giacomo Catalani Editore
ANNO EDIZIONE: 2019
ISBN: 8899277257, 9788899277253
PAGINE: 584

Opera completa e aggiornata realizzata in ambito internazionale per lo studio della complessa disciplina dell'analisi cinematica e dinamica del movimento. Il testo al quale riferirsi per rispondere agli interrogativi sulle tematiche dello studio biomeccanico compiuto attraverso la video analisi. Questo libro è dedicato a coloro che operano in ambito di salute, postura, sport, performance, prevenzione e riabilitazione: in queste pagine sono raccolte le informazioni, supportate da evidenze scientifiche, per apprendere correttamente i principi fondamentali della biomeccanica, l'utilizzo specialistico della video analisi del movimento e distinguersi in ambito professionale.

Sommario

Introduzione dell'Editore: a cura di Giacomo Catalani

Presentazione dell'Autore: Marco De Angelis

Prefazione al testo: Dario Dalla Vedova

Premessa dell'Autore a cura di Luca Russo

CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE ALLA BIOMECCANICA A CURA DI LUCA RUSSO

Par. 1 - Definizione di Biomeccanica e campi di applicazione / Par. 2 - Livelli di studio del movimento umano / Par. 3 - Corpo umano e lessico del movimento umano / Par. 4 - Principali parametri di studio della Biomeccanica del movimento umano e significato funzionale: *Parametri statici - Parametri dinamici - Parametri cinematici - Approfondimenti sull'analisi cinematica del movimento umano* / Bibliografia

CAPITOLO 2 - LE PRINCIPALI STRUMENTAZIONI PER LA VALUTAZIONE FUNZIONALE BIOMECCANICA A CURA DI LUCA RUSSO

Par. 1 - Fotocellule / Par. 2 - Encoder lineari a filo / Par. 3 - Elettrogoniometri / Par. 4 - Sensori inerziali / Par. 5 - Radar / Par. 6 - GPS e LPM / Par. 7 - Sistemi optoelettronici / Par. 8 - Celle di carico e pedane di forza / Par. 9 - Pedane pressorie / Par. 10 - Elettromiografi / Bibliografia

CAPITOLO 3 - VIDEO ANALISI A CURA DI LUCA RUSSO

Par. 1 - Strumenti di acquisizione video / Par. 2 - Creazione del setting di ripre-

sa / Par. 3 - Principali errori nel processo di video analisi / Par. 4 - Applicazione dei marker / Par. 5 - Strumenti software di analisi del video 2D / Par. 6 - Lo studio dello spazio e il processo di calibrazione / Par. 7 - Lo studio del tempo / Par. 8 - Lo studio degli angoli / Par. 9 - Creazione di report / Bibliografia

CAPITOLO 4 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI NELLA VALUTAZIONE CHINESIOLOGICA E POSTURALE

A CURA DI LUCA RUSSO, VALENTINA VENDITTI, IRMA DISCEPOLO, JACOPO FABRIZIO, MAURO MONTESI, MASSIMILIANO MICOZZI

Par. 1 - La video analisi nella valutazione chinesiológica e posturale / Par. 2 - Esempi di utilizzo della video analisi per la valutazione chinesiológica e posturale nei danzatori / Par. 3 - Esempi di utilizzo della video analisi per la valutazione chinesiológica e posturale in giovani calciatori / Par. 4 - Esempi di utilizzo della video analisi per la valutazione dello squat test / Par. 5 - Esempi di utilizzo della video analisi per lo studio della flessione del busto in avanti / Par. 6 - Esempi di utilizzo della video analisi per lo studio del piegamento degli arti superiori / Par. 7 - Esempi di utilizzo della video analisi per lo studio del salto / Par. 8 - Esempi di utilizzo della video analisi per lo studio del cammino / Par. 9 - Esempi di utilizzo della video analisi per lo studio delle capacità motorie / Bibliografia

CAPITOLO 5 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI DELLA CORSA A CURA DI GIOVANNI DE ROCCO, ANTONIO DEL MASTRO E LUCA RUSSO

Par. 1 - Introduzione e cenni sulla tecnica della corsa di durata: *approfondimenti sulle strategie di appoggio del piede nella corsa* / Par. 2 - Gli aspetti più studiati nell'analisi del movimento della corsa / Par. 3 - Esempi di utilizzo della video analisi per lo studio della corsa / Approfondimenti sulle differenze tra la corsa sul treadmill e sul terreno / Bibliografia

CAPITOLO 6 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI DELLA POSIZIONE IN SELLA A CURA DI ANTONIO TRIFILIO

Par. 1 - Letteratura e introduzione al problema dell'analisi della posizione in sella / Par. 2 - Aspetti metodologico-

procedurali dell'analisi in sella e dati misurabili / Par. 3 - Aspetti da tenere in considerazione nell'analisi in sella in caso di dolori riferiti dal ciclista / Bibliografia

CAPITOLO 7 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI NEL NUOTO A CURA DI SAVERO PIPERIS, STEFANO NURRA E LUCA RUSSO

Par. 1 - Letteratura e introduzione al problema / Par. 2 - Aspetti metodologici e procedurali dell'analisi / Par. 3 - Esempi di analisi e dati misurabili: Approfondimenti su altri strumenti di analisi della nuotata / Par. 4 - Analisi della partenza nel nuoto-indicazioni presenti in letteratura / Par. 5 - Analisi della virata nel nuoto-indicazioni presenti in letteratura / Par. 6 - Applicazioni pratiche / Bibliografia

CAPITOLO 8 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI NELL'ALLENAMENTO CON I SOVRACCARICHI A CURA DI ERIK TENTARELLI E LUCA RUSSO

Par. 1 - Letteratura e introduzione al problema / Par. 2 - Procedure di video analisi nell'allenamento con i sovraccarichi / Par. 3 - Analisi cinematica dell'esecuzione con e senza fermo della distensione su panca piana / Par. 4 - Procedure di utilizzo della video analisi per la valutazione dell'allenamento della forza / Bibliografia

CAPITOLO 9 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI NELLA GESTIONE DELLA TECNICA SPORTIVA. L'ESEMPIO DEL TIRO NELLA PALLACANESTRO A CURA DI EMILIANO D'ORTENZIO E LUCA RUSSO

Par. 1 - Introduzione breve allo studio del tiro nella pallacanestro / Par. 2 - Lo studio della tecnica di tiro attraverso la video analisi / Par. 3 - Esempi di analisi e dati misurabili nello studio della tecnica di tiro / Bibliografia

CAPITOLO 10 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI NELLA GESTIONE DELLA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI A CURA DI ALBERTO D'OVIDIO, CARLO CAVASINNI, BALEANI GREGORIO, CIULLO PAOLA E LUCA RUSSO

Par. 1 - Cenni sulle lesioni sportive / Par. 2 - Esempi ed epidemiologia degli infortuni nello sport: *Pallacanestro - Calcio - Tennis - Pallanuoto - Pallavolo - Rugby - Sci e snowboard* / Par. 3 - Esempi di analisi e dati misurabili: *Calcio giovanile - Pallavolo senior - Approfondimenti sui dati dinamici stima-*

ti dai dati cinematici / Par. 4 - Esempio di integrazione dei dati della video analisi e di altri dati per la valutazione funzionale Biomeccanica / Bibliografia

CAPITOLO 11 - ESEMPI DI VIDEO ANALISI NELLA MATCH ANALYSIS A CURA DI LUCA IATTARELLI, MATTEO VENDITTI, MICHELE CUSANNO, LUCA RUSSO

Par. 1 - Introduzione alla match analysis / Par. 2 - Usi e principi della match analysis / Par. 3 - Tipologie e metodiche di osservazione / Par. 4 - Sviluppo dei sistemi notazionali: *Diagrammi a dispersione - Tabelle di frequenza - Sistemi sequenziali* / Par. 5 - Come e perché viene utilizzata la match analysis / Par. 6 - Esempi di match analysis e dati misurabili / Bibliografia

CAPITOLO 12 - LA VIDEO MATCH ANALISI COME STRUMENTO DI VALUTAZIONE E DI MISURAZIONE DA INTEGRARE NEL PROCESSO DI ALLENAMENTO A CURA DI BRUNO RUSCELLO

Par. 1 - Aspetti chiave della misurazione e della statistica applicata al processo di allenamento: *misurare la prestazione sportiva - Il Sistema Internazionale di Misura - Gli strumenti di misura - Portata, sensibilità e prontezza - Trattare i dati di misura e trovare una sintesi statistica - Errori ed attendibilità - Stime di precisione e accuratezza - Quali informazioni può dare la statistica nel controllo e nella conduzione dell'allenamento?* / Par. 2 - Le possibili applicazioni della video match analysis riferite al processo di allenamento sportivo: *la match analysis ed il processo di allenamento sportivo - Definizioni di allenamento - Il controllo dell'allenamento sportivo - La video match analysis - Perché usare il video - Sistemi computerizzati di match analysis* / Par. 3 - Applicazioni future e sviluppi / Bibliografia

APPENDICI - NOTE, MISURAZIONI E SOLUZIONI PRATICHE DALLA LETTERATURA

- Appendice 1: Scala di utilizzo degli strumenti di valutazione Biomeccanica
- Appendice 2: Affidabilità delle misurazioni su treadmill
- Appendice 3: Conversione del carico tra leg press e smith machine sulla base dello sforzo percepito
- Appendice 4: Classificazione delle articolazioni

- Appendice 5: Sequenza schematica della contrazione muscolare scheletrica
- Appendice 6: Tipologia di fibre muscolari scheletriche e impulsi nervosi
- Appendice 7: Schema riassuntivo dei regimi di contrazione muscolare scheletrica
- Appendice 8: Lettura della relazione tensione-lunghezza
- Appendice 9: Angolo di pennazione della muscolatura scheletrica
- Appendice 10: Lettura della relazione tensione-tempo
- Appendice 11: Lettura del grafico di uno Squat Jump
- Appendice 12: Lettura del grafico di un Counter Movement Jump
- Appendice 13: Lettura del grafico di un Drop Jump
- Appendice 14: Lettura della relazione forza-velocità
- Appendice 15: Costruzione di un modello di prestazione
- Appendice 16: Catena cinetica, catene muscolari, catene di movimento

GLOSSARIO TECNICO – A-Z / RINGRAZIAMENTI

**SdS - Scuola dello Sport
Rivista di Cultura Sportiva
anno XXXV n. 120
Gennaio - Marzo 2019**



Sommario

Lo sport si racconta. Olimpiade 1900 Parigi. Saint Louis, ancora una kermesse
Gianni Bondini

Federazioni. Comitato Italiano Paralimpico, viaggio al centro del pianeta Cip
Gianni Bondini, Simone Corbetta

Imparare dagli errori. Apprendimento motorio, errori e correzioni. (Parte seconda)
Giorgio Visintin

Fisiologia dello sport. Ottimizzare il recupero a seguito di lesioni nello sport di vertice. Simulazione mentale del gesto sportivo
Claire Calmel

Biologia dello sport. Dormire per migliorare le prestazioni
Mathias Kleine-Möllhoff

Scienza dello sport. Le sensazioni durante lo sforzo-un processo complesso
Frédéric Grappe

Scienza dello sport. Lo sviluppo della forza. Note di Biologia
Renato Manno
Management dello sport. La valorizzazione del calcio femminile in Italia
Alessandro Colli

Sport giovanile scolastico. Promozione dell'educazione fisica nella scuola primaria. I Quaderni di Sport di Classe (Parte prima)
Paolo Seclì, Teresa Zompetti

**SdS - Scuola dello Sport
Rivista di Cultura Sportiva
anno XXXV n. 121
Aprile - Giugno 2019**

Sommario

Giganti dello sport. Eternik
Gianni Bondini, Michele Maffei

Olimpiade di Londra 1908 nel nome di Dorando Pietri
Gianni Bondini



Federazione Italiana Danza Sportiva. Ballando da uno sport all'altro
Gianni Bondini, Simone Corbetta

Il talento sportivo. Ricerca, abbandono, mantenimento
Matteo Bonato, Alberto Morini, Antonio La Torre, Francesca Vitali

Allenamento della forza nei giovani atleti agonisti. Suoi effetti nello sviluppo delle prestazioni
Melanie Lesinski, Thomas Mühlbauer, Olaf Prieske, Dirk Büsch, Albert Gollhofer, Christian Puta, David G. Behm, Urs Granacher

L'allenamento della forza Appunti su mezzi e metodi
Renato Manno

Infezioni nello sport agonistico
Britt Hornei

Applicazioni di sporterapia in riabilitazione cognitiva
Vincenzo D'Onofrio, Gennaro Gatto, Conte Selene, Spani Antonella

Disturbi alimentari negli atleti-un problema annoso
Di Marilou Ouellet, Johana Monthuy-Blanc, Robert Pauzé, Caroline Poulin, Maud Bonanséa

Promozione dell'educazione fisica nella scuola primaria. I Quaderni di Sport di Classe (Parte seconda)
Paolo Seclì

Differenziazione dei movimenti dei due lati del corpo in agonisti molto esperti praticanti alcune tipologie selezionate di discipline dell'atletica leggera

Włodzimierz Starosta, Urszula Włodarczyk, Łukasz Lamcha

Atletica Studi n. 2/3, maggio-settembre 2019, anno 50, pp. 3-8

Obiettivo della ricerca è stata la determinazione delle differenze nell'uso degli arti nelle tecniche di esecuzione di discipline specifiche nell'atletica leggera in atleti agonisti molto esperti. La ricerca ha coinvolto 447 atleti di entrambi i sessi attraverso diversi metodi di rilevamento (interviste, questionari, osservazioni test di condizione fisica generale e speciale, misurazioni di laboratorio. In molte specialità dell'atletica leggera sia maschili che femminili, si è rilevata una ben definita asimmetria funzionale incrociata. Con il miglioramento di queste abilità è stata osservata la capacità di eseguire salti con entrambe le gambe, come anche la progressione dei risultati per l'arto dominante. I risultati hanno mostrato la dominanza della gamba sinistra nei salti e della mano destra nei lanci. Si è evidenziata una chiara varianza di asimmetria incrociata (mano destra – gamba sinistra). Inoltre la seguente tendenza: la simmetrizzazione della tecnica prima ha indotto un calo nei risultati del salto (con l'arto in cui gli atleti si erano specializzati), e in seguito un incremento e stabilizzazione ad un livello superiore.

Parole chiave: LATERALITÀ / SALTI / LANCI / ATLETICA LEGGERA / DIFFERENZA DI GENERE / ATLETA DI élite / ALLENAMENTO / METODOLOGIA

Allenamento non lineare della forza nel mezzofondo – Studio di un caso su atleta di livello élite.

Melanie Schulz, Manfred Dingerkus, Dirk Büsch

Atletica Studi n. 2/3, maggio-settembre 2019, anno 50, pp. 9-19

In un caso di studio della durata di 10 mesi con una mezzofondista di livello élite è stato esaminato se l'allenamento non lineare della forza può essere utilizzato per indurre effetti di transfert sulla prestazione del mezzofondo, in particolare nel periodo agonistico. I risultati dello studio mostrano in primo luogo un incremento della prestazione atletica in una "sovradistanza" (più di 10,0 km) nel corso del periodo di preparazione. Per il periodo agonistico si è potuto dimostrare che l'allenamento non lineare della forza può portare ad un indiretto miglioramento della prestazione sui metri 800 dopo aver osservato un periodo di adattamento di circa tre settimane.

Parole chiave: ALLENAMENTO DELLA FORZA / PROGRAMMAZIONE / MEZZOFONDO / 800M

Movement differentiation of two body sides in very expert athletes, practising some specific track and field disciplines

Włodzimierz Starosta, Urszula Włodarczyk, Łukasz Lamcha

Atletica Studi no. 2/3, May-September 2019, year 50, pp. 3-8

The aim of the study was the definition of the differences in the use of two limbs in the techniques of specific track and field disciplines in very expert athletes. The research involved 447 athletes of both sexes with different methods (interview, questionnaire, observation, tests of general and special physical fitness, laboratory measurements): a clear functional crossed asymmetry was recorded in a lot of the track and field disciplines both in men and women. The capacity of executing jumps with both legs was, thus, observed, while improving these skills, as well as the increase of the results for the dominant limb. The results showed the dominance of the left leg in jumping events and of the right hand in throwing events. A clear variance of crossed asymmetry was pointed out (right hand – left leg) and also the following trend: at the beginning the symmetrization of the technique induced a decrease in the results of the jump (with the limb with which the athletes were specialized), and after an increase and a stabilization at a higher level.

Key-words: LATERALITY / TRACK AND FIELD / JUMPING EVENT / GENDER DIFFERENCE / ÉLITE ATHLETE / TRAINING / METHOD.

Non-linear strength training in middle distance running – A case study with an elite athlete.

Melanie Schulz, Manfred Dingerkus, Dirk Büsch

Atletica Studi no. 2/3, May-September 2019, year 50, pp. 9-19

In a case study lasted 10 months with an elite middle distance female runner the topic of utilization of the non-linear strength training was examined to verify whether it can induce transfer effects on middle distance performance, especially in the competitive period. The results of the study show firstly an increase in the athletic performance in an "overdistance" (more than 10,0 km) during the preparation phase. During the competitive period it has been possible to show that non-linear strength training can lead to an indirect improvement of the performance in 800m, after observing a period of adaptation of about three weeks.

Key-words: STRENGTH / TRAINING / DESIGN / MIDDLE DISTANCE RUNNING / METHOD / 800M

Acidosi ed alterazioni metabolico-tissutali nell'atleta

Silvia Gandini, Giacomo Zilocchi

Atletica Studi n. 2/3, maggio-settembre 2019, anno 50, pp. 20-30

Allenamenti particolarmente intensi, come quelli ad elevata componente lattacida, comportano uno stato di acidosi intramuscolare (e conseguentemente ematica) che contribuisce in modo significativo a determinare l'insorgenza della sensazione di fatica ed il decremento prestativo: a seguito di questi, la capacità dell'organismo di contrastare la discesa del pH dipende dalla qualità di rigenerazione dei sistemi tampone. Atleti che sottoposti a stress prolungati ed alimentazione eccessivamente ricca di proteine e sostanze acidificanti, sono in uno stato di acidosi sistemica latente, possono avere difficoltà a contrastare l'acidosi insorta a seguito dello stress allenante. Alterazioni del pH ematico verso l'acidosi possono generare meccanismi di compenso fisiologici finalizzati all'escrezione degli ioni H⁺ che contribuiscono a predisporre l'organismo a danni da stress meccanico e ad alimentare il circolo vizioso deformazione-infiammazione.

Parole chiave: FISILOGIA / METABOLISMO ENERGETICO / SISTEMA TAMPONE / ALIMENTAZIONE / ACIDOSI

Profilo biomeccanico della tecnica di passaggio dell'ostacolo di Sally Pearson

Milan Čoh, Nejc Bončina

Atletica Studi n. 2/3, maggio-settembre 2019, anno 50, pp. 31-35

Le gare di ostacoli sono tra le gare più tecniche dell'atletica leggera. La tecnica del passaggio dell'ostacolo è uno degli elementi chiave che determina il risultato della gara. Il presente studio ha esaminato l'efficacia della tecnica del passaggio dell'ostacolo di Sally Pearson, la vincitrice alle Olimpiadi nei 100hs, usando una tecnologia diagnostica moderna per l'analisi biomeccanica. L'analisi tecnica ha evidenziato le piccole differenze tra l'altezza del CM e l'altezza sull'ostacolo al momento del passaggio dell'ostacolo e la sensibile riduzione della velocità nella fase di transizione dal passaggio dell'ostacolo alla corsa tra le barriere. Le fasi di contatto prima e dopo il passaggio dell'ostacolo sono state estremamente brevi, indicando la notevole capacità dell'atleta di una forza reattiva. La forza reattiva crea le condizioni per mantenere un'alta velocità di sprint tra gli ostacoli, aspetto che ha contribuito a far ottenere a quest'atleta i successi a livello mondiale nella gara dei 100.

Parole chiave: BIOMECCANICA / ANALISI CINEMATICA / 100HS / SALLY PEARSON / TECNICA / PASSAGGIO DELL'OSTACOLO

Confronto tra il principio fisico del rimbalzo del corpo rigido e lo stacco del salto in alto - Nuove tendenze nella specialità del Fosbury degli anni 2000

Stefano Giardi

Atletica Studi n. 2/3, maggio-settembre 2019, anno 50, pp. 36-57

La ricerca nel salto in alto cerca di capire quali sono i processi biomeccanici che generando energia cinetica permettono al corpo dell'atleta di elevarsi di un Delta H tale da permettergli di valicare una determinata altezza. Chiaramente si propongono delle modellizzazioni meccaniche che con una buona

Acidosis and metabolic tissue alterations in athletes

Silvia Gandini, Giacomo Zilocchi

Atletica Studi no. 2/3, May-September 2019, year 50, pp. 20-30

Particularly intensive training, such as the one with a high lactic acid component, involves a state of intramuscular acidosis (and consequently haematic) contributing in a significant way to determine the onset of fatigue perception and of the performance decrease: as a result, the capacity of the body to contrast PH decrease depends on the quality of regeneration of buffering systems. Athletes, which underwent to prolonged stresses and with a nutrition excessively rich in proteins and acidifying substances, are in a state of latent systemic acidosis, and can have difficulties in contrasting this acidosis, caused by training stress. Alterations of haematic pH toward acidosis can create mechanisms of physiological compensation, aimed at the excretion of the H⁺ ions, contributing to lead the organism to damages provoked by the mechanical stress and to favour the vicious circle deformation-inflammation.

Key-words : PHYSIOLOGY / ENERGY METABOLISM / BUFFER / NUTRITION / ACIDOSIS

A biomechanical profile of Sally Pearson's hurdle clearance technique

Milan Čoh, Nejc Bončina

Atletica Studi no. 2/3, May-September 2019, year 50, pp. 31-35

Hurdle race is one of the most technical track and field competitions. Clearance technique is a key element, determining the final result. The present study examined the effectiveness of Sally Pearson's hurdle clearance technique, winner at the Olympic Games in 100hs, using a modern diagnostic technology for the biomechanical analysis. The technical analysis pointed out the small differences between CM height over the hurdle when clearing and the decrease of speed during the transition phase from the clearing to the run between the hurdles. Contact phases before and after hurdles clearance were extremely short, indicating the high capacity of the athlete to express the reactive force, which creates the conditions to keep a high sprint speed between the hurdles, and this is a factor which contributes to the success of this athletes at the world level in this discipline.

Key-words: BIOMECHANICS / KINEMATIC ANALYSIS / 100HS / SALLY PEARSON / TECHNIQUE / HURDLE CLEARANCE

Comparison between the physical principle of the rebound of a rigid body and the take-off in high jump – New trends in Fosbury discipline of 2000 years

Stefano Giardi

Atletica Studi no. 2/3, May-September 2019, year 50, pp. 36-57

The research in high jump has the aim of understanding which are the biomechanical processes, that, generating the kinetic energy, enable the athlete's body to lift itself of such a Delta H, that he can overcome a determined height. Mechanical modelling is proposed, because it can explain with a fair ap-

approssimazione possono spiegare come nascono i contributi di energia cinetica totale, suddivise in 5 momenti fisici e biomeccanici distinti, con valenza in percentuale diversa, e con relazioni sinergiche o in opposizione tra loro, e analizzando il ruolo della velocità, della forza e della stiffness nel momento dello stacco, anche in considerazione dell'evoluzione che alcuni parametri biomeccanici hanno conosciuto negli ultimi 25-30 anni. Le conclusioni, dopo la presentazione dei 5 contributi meccanici che interagiscono nella tecnica di tutti i saltatori, ci offrono la consapevolezza che unitamente al contributo della forza muscolare e dell'elasticità muscolo-tendinea, tutti questi contributi concorrono a costituire la quota di energia cinetica necessaria a raggiungere l'altezza prefissata.

Parole chiave: BIOMECCANICA / ANALISI CINEMATICA / SALTO IN ALTO / FISICA

Il miglioramento della prestazione nello sprint. Verifica dei potenziali margini di ottimizzazione del riscaldamento

Michael Keiner, Andre Sander, Andreas Schlumberger, Klaus Wirth, Dietmar Schmidtbleicher

Aletica Studi n. 2/3, maggio-settembre 2019, anno 50, pp. 58-67

I programmi di riscaldamento finalizzati a migliorare le prestazioni nello sprint includono spesso un riscaldamento ad intensità da limitate a moderate. Inoltre, nel riscaldamento si integrano esercizi di allungamento statico e dinamico ed esercizi coordinativi, allunghi e prove di partenza. Oltre a tali esercizi, nei programmi di riscaldamento si trovano anche esercizi di stabilizzazione al fine di attivare la muscolatura del tronco. Nonostante la conoscenza attuale sull'efficacia di questo tipo di programma di riscaldamento per migliorare la prestazione, resta ancora controversa l'eventuale integrazione aggiuntiva degli esercizi di stabilizzazione per la muscolatura del tronco. È stato svolto uno studio su giocatori di calcio in età evolutiva di una squadra professionistica delle categorie di età compresa tra under 14 ed under 19, con uno specifico programma di riscaldamento (FAP). La prestazione nello sprint è stata rilevata su uno sprint rettilineo di 30 metri e uno sprint con cambio di direzione. L'aggiunta di esercizi di stabilizzazione durante il riscaldamento non genera un ulteriore incremento delle prestazioni nello sprint rettilineo e nello sprint con cambio di direzione, piuttosto va ad inficiarne le prestazioni in termini di tempi.

Parole chiave: METODOLOGIA / RISCALDAMENTO / ESERCIZI DI STABILIZZAZIONE / VELOCITÀ

proximation how the contribution of the total kinetic energy originates, distinguishing 5 different physical and biomechanical moments, with various percentages and with synergic or opposite relations and analysing the role of speed, strength and stiffness at the take-off, and also considering the evolution which some biomechanical parameters showed in the last 25-30 years. The conclusions, after the presentation of the five mechanical contributions, interacting in the technique of all the jumpers, create awareness, together with the contribution of the muscular strength and of the muscle-tendinous elasticity, all these contributions concur to create the quote of the kinetic energy necessary to reach the fixed height.

Key-words: BIOMECHANICS / KINEMATIC ANALYSIS / HIGH JUMP / PHYSICS

Improving sprinting performance. Checking up potential room for warm-up optimization

Michael Keiner, Andre Sander, Andreas Schlumberger, Klaus Wirth, Dietmar Schmidtbleicher

Aletica Studi no. 2/3, May-September 2019, year 50, pp. 58-67

Warm-up programs aimed at improving sprinting performance often include a low-to-moderate intensity warm-up. In addition, drills with static and dynamic stretching are integrated with coordination drills, runs and starting sprint. Besides these drills, there are also some stabilizing drills with the aim of activating trunk muscles. Though current knowledge on the effectiveness of this kind of warm-up program to improve performances, the eventual integration of stabilization drills for trunk muscles is still controversial. A study was carried out on adolescent football players, belonging to a professional team, between 13 and 18 years, with a specific warm-up program (FAP). Sprinting performance was recorded on one rectilinear 30m trial and one trial with change of direction. Adding stabilization drills during warm-up does not generate a further increase either in the results of the rectilinear sprinting or in the sprinting with change of direction, on the contrary it can affect performances in terms of times.

Key-words: METHOD / WARM-UP / TRUNK STABILIZATION / SPRINTING / SOCCER

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 senso percezioni nel processo di allenamento – Sviluppo di un programma attraverso la

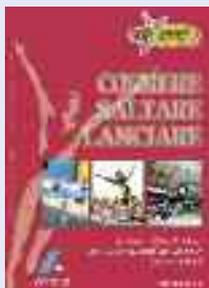
SUPPLEMENTI di Atletica Studi

- 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 Cei, 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 •

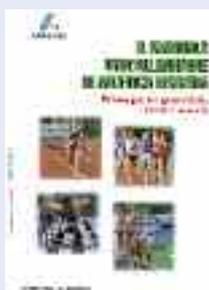
“Correre, saltare, lanciare”

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

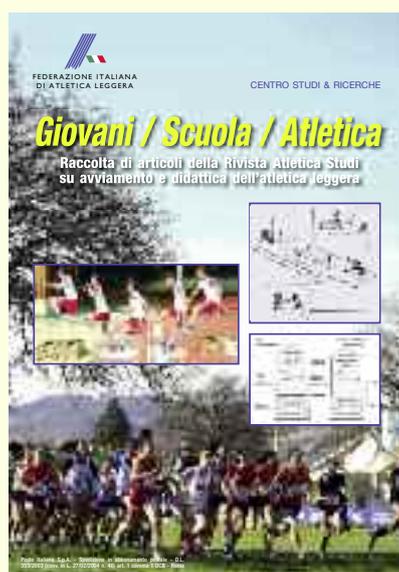


Sul sito federale, www.fidal.it, è disponibile il **data-base degli articoli della rivista "Atletica Studi" pubblicati dal 1970 al 2014**. Si tratta di un servizio fornito a tutti i **tecnici tesserati**. Attraverso un sistema di ricerca per autori, argomenti o parole-chiave è possibile accedere facilmente 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.

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)

