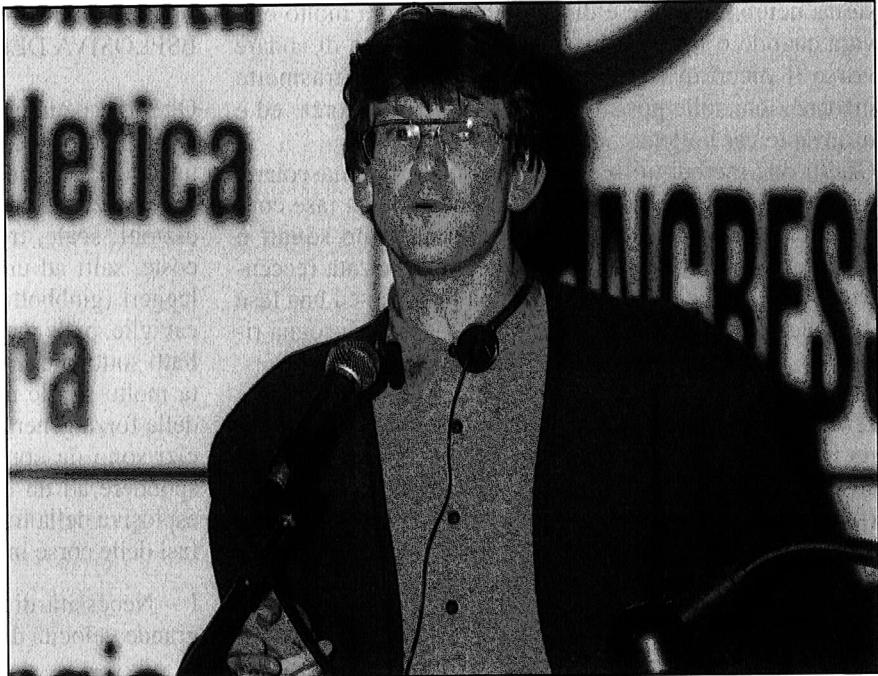


Analisi cinetica e cinematica della partenza dai blocchi effettuata attraverso il "Saskatchewan Sprint Start System"

*Jim McClements
Lyle Sanderson
Bob Gander*

Lo scopo di questo studio è quello di verificare l'attendibilità dei parametri cinetici e cinematici della partenza dai blocchi misurati attraverso il "Saskatchewan Sprint Start System" presentati alla Conferenza Internazionale sulla Tecnica in Atletica Leggera (Sanderson et al.) e pubblicati sulla rivista New Studies in Athletics (Sanderson et al. 1991).

Il "Saskatchewan Sprint Start System" è stato ideato e realizzato per fornire all'atleta in tempo reale, e nelle normali condizioni di allenamento, informazioni relative a parametri temporali e dinamici della partenza dai blocchi. Su blocchi di partenza di tipo regolamentare sono stati montati, ed interfacciati con un computer, 32 trasduttori di forza ed un dispositivo radar per la misura della velocità. Il sistema è in grado di fornire immediatamente i risultati, sotto forma di numeri o di grafici, relativi alla partenza dai blocchi appena effettuata dall'atleta. Quest'ultimo può, quindi, non appena ritorna alla linea di partenza, ricevere informazioni sull'efficacia del gesto appena eseguito. La



precisione e la validità della strumentazione sono state riportate da Rostad (1989), Mc Clements et al. (1990), Sanderson et al. (1991) e confermate da Gander et al. (1994). È stato verificato che tale strumentazione è in grado di fornire dati validi e precisi: il sistema di misurazione della velocità conduce ad un errore di misurazione inferiore all'1% e quello di misurazione della forza ad un errore inferiore al 2%.

In questo studio 62 soggetti hanno eseguito un totale di 426 partenze utilizzando tale strumentazione. Le variabili misurate sono state, per il blocco anteriore e per quello posteriore: il tempo di reazione, il tempo di spinta e le componenti orizzontali e verticali della forza. Sono state inoltre calcolate la forza totale massima, le forze risultanti e gli impulsi di forza. I tempi sono stati registrati attraverso un Omega Photo Timer posizionato a 20 metri dalla linea di partenza. Sono state eseguite quattro diverse regressioni multiple utilizzando il Tempo totale sui 20 metri (Tempo totale) ed il Tempo di corsa (ottenuto sottraendo

dal tempo totale il tempo di spinta sui blocchi) come variabili indipendenti e l'accelerazione iniziale e la velocità di partenza come variabili dipendenti.

Questi dati sono stati raccolti nell'arco di quattro studi, allo scopo di identificare i fattori più rilevanti nella partenza dai blocchi. Nel presente lavoro non viene preso in considerazione lo Studio I. Ciascuno studio ha avuto lo scopo di sviluppare un modello predittivo da testare nello studio successivo. Il sistema è stato costruito applicando la tecnica stepwise di regressione multipla ed è stato successivamente testato utilizzando un modello completo di regressione.

I modelli costruiti utilizzando la regressione multipla stepwise combinando gli Studi II e III sono stati poi testati nello Studio IV utilizzando una regressione completa. Nella tabella 1 sono riportati i risultati di tali analisi. Il Tempo di corsa ed il Tempo totale sui 20 metri spiegavano circa la stessa varianza nello studio IV e negli studi II e III combinati. Le differenze sono state di modesta entità in considerazione del fatto che la

regressione completa non risente della varianza specifica del campione. I modelli basati sui dati di accelerazione e velocità di partenza non spiegavano la stessa entità di varianza negli Studi II e III rispetto allo Studio IV, ma questo era prevedibile in quanto tali variabili erano state calcolate in modo differente nello Studio IV.

I dati raccolti nello Studio IV sono stati analizzati attraverso una tecnica di regressione stepwise i cui risultati sono riportati in tabella 2. Questi modelli spiegano essenzialmente la stessa quantità di varianza dei modelli derivanti dagli Studi II e III combinati, ma con un minor numero di fattori. Le conclusioni derivanti dagli studi II e III relative al tempo totale sui 20 metri ed al tempo di corsa, che evidenziavano come fattori che spiegavano la maggior parte di varianza la forza orizzontale ed il tempo di reazione sul blocco posteriore, sono state successivamente confermate.

Il feedback che uno sprinter è in grado di sfruttare nei pochi istanti che ha a disposizione per la partenza è, comunque, limitato. Per questo motivo è importante restringere il numero di variabili che vengono fornite all'atleta, scegliere quelle di più facile comprensione e quelle che consentono, attraverso appropriate correzioni tecniche o mentali, di ottenere effetti positivi sulla prestazione specifica. Al termine dello Studio III sono stati messi a punto tre modelli di feedback per l'atleta nei quali erano fornite, rispettivamente, le seguenti variabili:
A - Forza massima orizzontale, forza massima verticale e tempo di reazione sul blocco posteriore;
B - Forza orizzontale sul blocco anteriore, forza orizzontale sul blocco posteriore;
C - Forza risultante dai due blocchi e tempo di reazione sul blocco posteriore.

Il risultato di questa analisi viene ri-

portato nella tabella 3. Il modello A, nel quale vengono evidenziate le componenti orizzontale e verticale della forza massima è risultato il miglior predittore della prestazione di sprint. Si è, tuttavia, verificato che anche la forza orizzontale sul blocco anteriore e posteriore e la forza totale massima sui due blocchi, sono variabili che contribuiscono significativamente al buon esito della prestazione. Tali fattori sono di facile comprensione da parte dell'atleta che, attraverso essi, riesce a stabilire chiari punti di riferimento per il miglioramento della propria esecuzione tecnica. Il tempo di reazione sul blocco posteriore è un dato che viene fornito all'atleta in modo da evitare che egli modifichi eccessivamente la durata della spinta nell'intento di incrementare la produzione di forza.

Questo studio è stato reso possibile grazie al supporto fornito dall'International Athletic Foundation.

TABELLA 1

Variabili misurate attraverso il "Saskatchewan Sprint Start System" e selezionate fra quelle che danno il maggior contributo ai quattro "Gold Standards" della partenza dai blocchi.

a) Dati provenienti dallo Studio II e III - Regressione multipla stepwise

Tempo Totale	Tempo di corsa	Accelerazione	Velocità di part.
BpFo(56)*	TFr(55)	BaTtb(27)	BpRt(36)
BaTtb(66)	MFv(64)	BaFo(42)	BaRt(40)
BaFo(73)	BpRt(74)		BpTtb(44)
BpTb(76)	BpTtb(79)		
BpRt(81)	BaRt(81)		
MFv(85)	BaFo(83)		
BaRt(88)	BaTtb(86)		
TTb(90)	TRt(87)		

b) Dati provenienti dallo Studio IV - Regressione completa come effettuato per il modello dello Studio II

Tempo Totale	Tempo di corsa	Accelerazione	Velocità di part.
BpFo(28)*	TFr(41)	BaTtb(08)	BpRt(03)
BaTtb(61)	MFv(50)	BaFo(15)	BaRt(07)
BaFo(81)	BpRt(60)		BpTtb(11)
BpTb(82)	BpTtb(61)		
BpRt(83)	BaRt(62)		
MFv(87)	BaFo(72)		
BaRt(88)	BaTtb(72)		
TTb(88)	TRt(73)		

* I numeri tra parentesi esprimono le percentuali di varianza spiegate una volta che la variabile viene inclusa nella formula.

Legenda: Ba = Blocco anteriore

Bp = Blocco Posteriore

T = Totale

M = Massima

Fo = Forza Orizzontale

Fv = Forza verticale

Fr = Forza risultante

Ttb = Tempo Totale sui blocchi

Tb = Tempo sui blocchi

Tr = Tempo di reazione

TABELLA 2

Variabili misurate attraverso il "Saskatchewan Sprint Start System" e selezionate fra quelle che danno il maggior contributo ai quattro "Gold Standards" della partenza dai blocchi.

Dati provenienti dallo Studio IV - Regressione multipla stepwise

a - Varianza spiegata dal modello

Tempo Totale	Tempo di corsa	Accelerazione	Velocità di part.
MFo(68)	MFo(66)	BpFv(20)	MFv(10)
BaFr(81)	BpFv(80)	TTb(21)	BpTb(13)
BaTtb(84)	BpTr(83)	MFo(22)	Tfr(17)
BpFo(87)		MFv(22)	BaTr(19)
BaTr(88)		TFv(24)	BaTtb(20)
MFv(89)		BpTb(25)	
		BpFr(26)	

* I numeri tra parentesi esprimono le percentuali di varianza spiegate una volta che la variabile viene inclusa nella formula.

b - Fattori di ponderazione ricavati in base alla regressione multipla stepwise

Tempo Totale	Tempo di corsa	Accelerazione	Velocità di part.
MFo(-,00063)	MFo(-,00056)	BpFv(0,00002)	MFv(0,00040)
BaFr(0,00067)	BpFv(0,00046)	TTb(-,02554)	BpTb(1,87951)
BaTtb(0,81080)	BpTr(0,90530)	MFo(0,00001)	Tfr(0,00044)
BpFo(-,00050)		MFv(-,00004)	BaTr(-2,77495)
BaTr(0,97812)		TFv(0,00002)	BaTtb(1,08121)
MFv(0,00016)		BpTb(0,024432)	
		BpFr(0,00003)	
costanti:			
3,36917	3,35820	0,03738	1,45919

Legenda: Ba = Blocco anteriore

Bp = Blocco Posteriore

T = Totale

M = Massima

Fo = Forza Orizzontale

Fv = Forza verticale

Fr = Forza risultante

Ttb = Tempo Totale sui blocchi

Tb = Tempo sui blocchi

Tr = Tempo di reazione

TABELLA 3

Percentuale di varianza spiegata attraverso i modelli A, B e C relativi alla regressione applicata nello Studio II.

a - Studio II : dati partenza dai blocchi

	MODELLO		
	A	B	C
Tempo totale sui 20 metri	64%	72%	53%
Tempo di corsa	62%	68%	59%
Accelerazione	21%	32%	20%
Velocità di partenza	35%	34%	35%

b - Studio III : dati partenza dai blocchi

	MODELLO		
	A	B	C
Tempo totale sui 20 metri	66%	70%	57%
Tempo di corsa	56%	65%	48%
Accelerazione	47%	48%	42%
Velocità di partenza	10%	8%	11%

c - Studio IV : dati partenza dai blocchi

	MODELLO		
	A	B	C
Tempo totale sui 20 metri	82%	70%	60%
Tempo di corsa	76%	62%	53%
Accelerazione (vecchia procedura)	06%	11%	6%
Accelerazione (nuova procedura)	18%	22%	13%
Velocità di partenza	12%	9%	10%

BIBLIOGRAFIA

- AE, M., ITO, A., SUZKI, M. (1992). The men's 100 metres. *New Studies in Athletics*, London, 7, 1, 47-52.
- Brüggeman, G.-P., Glad, W. (1990). Scientific research project at the games of the XXIVth Olympiad-Seoul 1988. International Athletic Foundation, Monte Carlo, 11-107.
- DELECLUSE, C., VAN COPPENOLLE, H., GORIS, M., DIELS, R., DIDDEN, R. (1990). Analysis of the front and rear foot action in the sprint start. *Proceedings - First International Techniques in Athletics Conference*. Cologne, 402-406.
- GANDER, R.E., MCCLEMENTS, J.D., SANDERSON, L.K., ROSTAD, B.A., JOSEPHSON, K.L., AND PRATT, A.J. (1994). Sprint start instrumentation. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, New York, 43, 3, 637-642.
- MARTIN, D.E., BUONCRISTIANI, J.F. (1995). Influence of reaction time on athletic performance. *New Studies in Athletics*, Monaco, 10, 1, 67-79.
- MARAR, L. (1993). Block Position. *Athletics Weekly*, Peterborough, England, April 7, 10.
- MCCLEMENTS, J.D., JOSEPHSON, K.L.,
- SANDERSON, L.K., GANDER, R.E. (1991). Validity of sprint start apparatus designed to measure kinetic, kinematic and temporal factors. *Proceedings - First International Techniques in Athletics Conference*. Cologne, 407-408.
- MENDOZA, L., SCHÖLLHORN, W. (1990). Training of the sprint start with biomechanical feedback. *Proceedings - First International Techniques in Athletics Conference*. Cologne, 412-419.
- MORAVEC, P., RUZCKA, J., DOSTAL, E., SUSONKA, P., KODEJS, M. AND NOSEK, M. "Time Analysis of Sprint Events", *Scientific Report on the II World Championships in Athletics*, International Athletic Foundation, Montecarlo, 1-59.
- ROSTAD, B.R., MCCLEMENTS, J.D., GANDER, R.E., SANDERSON, L.K. (1989). Measurement of forces exerted in starting during sprint events. *Abstracts - 15th Canadian Medical and Biological Engineering Conference*. Toronto, 151-152.
- SANDERSON, L.K., MC CLEMENTS, J.D., GANDER, R.E. (1990). Kinetic and temporal factors related to sprint start performance. *Proceedings - First International Techniques in Athletics Conference*. Cologne, 396-401.
- Conference. Cologne, 409-411.
- SANDERSON, L.K., MCCLEMENTS, J.D., GANDER, R.E. (1991). Development of apparatus to provide immediate accurate feedback to sprinters in a normal training environment. *New Studies in Athletics*, London, 6, 2, 33-41.
- Sanderson, L.K., McClements, J.D., Patzer, C., Gander, R.E. (1992). The Saskatchewan sprint start study - a progress report. *New Studies in Athletics*, London, 7, 4, 99-100.
- SCHOT, P.K., KNUTSEN, E.M. (1992). A biomechanical analysis of four sprint start positions. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, reston, Virg., 63, 2, 137-147.
- SCHMIDT, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, reston, Virg., 82, 225-260.
- SCHIMTD, R.A. (1988). *Motor Control and Learning: A Behavioural Emphasis*. Champaign, IL, Human Kinetics.
- VAN COPPENOLLE, H., DELECLUSE, C., GORIS, M., DIELS, R. (1990). Evaluation of the start and sprint action of high level sprinters. *Proceedings - First International Techniques in Athletics Conference*. Cologne, 396-401.