

## Origine dell'energia e spesa energetica nei 100 metri

Enrico Arcelli<sup>1</sup>, Antonio La Torre<sup>2</sup>, Antonio Dottì<sup>3</sup> e Giampiero Alberti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facoltà di Scienze Motorie dell'Università, Studi di Milano

<sup>2</sup> Istituto Esercizio Fisico, Salute e Attività Sportiva, Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di Milano

<sup>3</sup> Allenatore benemerito FIDAL

Gli obiettivi di questo articolo sono fondamentalmente due:

- chiarire l'intervento dei diversi meccanismi energetici nei 100 metri dell'atletica leggera,
- cercare di calcolare il costo energetico (EC) della corsa alle alte velocità, in particolare sopra i 10 m.sec<sup>-1</sup>.

Sia l'uno che l'altro aspetto possono avere importanti ricadute applicative nel lavoro del tecnico. La definizione del peso dei diversi meccanismi energetici e delle caratteristiche precise del loro intervento, anche in funzione delle varie fasi dei 100 m, infatti, può aiutare nelle scelte dei mezzi di allenamento più utili per lo sviluppo degli adattamenti necessari. La determinazione dell'EC alle alte velocità di corsa, invece, può avere rilevanti collegamenti con l'adozione delle misure più idonee per arrivare allo sviluppo della tecnica e della ritmica della corsa più efficaci e redditizie.

### La determinazione del costo energetico nel fondo e nel mezzofondo

La valutazione del costo energetico della corsa (EC) è abbastanza semplice fino alle velocità corri-

spondenti a quelle tenute nella mezza maratona (circa 5,6-5,9 m·sec<sup>-1</sup> negli atleti di livello mondiale) dato che l'origine dell'energia è completamente aerobica ed è dunque sufficiente misurare il consumo di ossigeno per individuarlo; alle velocità superiori, invece, la determinazione di EC è più complessa poiché è necessario tenere conto anche dell'energia che deriva dai meccanismi energetici anaerobici dei quali non è mai agevole stabilire con precisione il contributo.

Per determinare EC alle velocità corrispondenti a quelle di atleti di discreto livello dei 400 e degli 800 m, Lacour et al. (1990) hanno fatto la somma dell'energia lattacida, di quella alattacida e di quella aerobica utilizzate in quelle prove:

- per l'energia lattacida hanno tenuto conto della concentrazione del lattato dopo l'arrivo di gare di 400 e di 800 m e del fatto che ad ogni mmol.l<sup>-1</sup> di lattato in più rispetto ai valori basali (pari a circa 1 mmol.l<sup>-1</sup>) corrispondono circa 3,3 ml.kg<sup>-1</sup> di energia prodotta con il meccanismo energetico lattacido ("equivalente calorico del lattato"), secondo quanto proposto da Margaria et al. (1971);
- per l'energia alattacida hanno utilizzato un valore ricavato dalla letteratura (Sahlin et al., 1979) pari a 16 ml.kg<sup>-1</sup> ;



- per l'energia aerobica hanno tenuto conto della cinetica dell'utilizzazione dell'ossigeno nelle fasi iniziali dello sforzo secondo quanto indicato da Péronnet e Thibault (1989) e dei valori di massimo consumo degli atleti dei massimi livelli mondiali nei 400 m e negli 800 m secondo Svedenhag e Sjodin (1984); hanno poi aggiunto altri  $6 \text{ ml.kg}^{-1}$  corrispondenti all'ossigeno depositato nei muscoli (in particolare legato alla mioglobina), nei polmoni, nel sangue (soprattutto legato all'emoglobina) e negli altri liquidi dell'organismo.

In tal modo essi hanno stabilito una spesa di:

- $109,5 \text{ ml.kg}^{-1}$  per i 400 m (tempo medio 47,54 sec, velocità media  $8,41 \text{ m.sec}^{-1}$ , pari a  $30,290 \text{ km.h}^{-1}$ );
- $168,5 \text{ ml.kg}^{-1}$  per gli 800 m (tempo medio 1 min 48,38 sec, velocità media  $7,38 \text{ m.sec}^{-1}$ , pari a  $26,573 \text{ km.h}^{-1}$ ).

### La determinazione del costo energetico nello sprint

Il criterio di Lacour et al. (1990) può essere utilizzato anche per calcolare il costo per correre i 100 m. Tra i soggetti testati da Locatelli ed Arsac (1995), per esempio, l'atleta italiano ITA-1 ha corso i 100 m in 10,54 sec e gli è stata rilevata una concentrazione ematica di lattato di  $16 \text{ mmol.l}^{-1}$ ; per lui il costo energetico può essere così calcolato:

- per il meccanismo lattacido, tenendo conto del valore di lattato di  $16 \text{ mmol.l}^{-1}$  (Locatelli e Arsac, 1995) ed utilizzando l'equivalente energetico del lattato di Margaria et al. (1971) che, come si è detto, è di  $3,3 \text{ ml.kg}^{-1}$  per ogni incremento di  $1 \text{ mmol.l}^{-1}$  nei confronti dei valori basali, si può considerare che l'energia lattacida fornisce  $49,5 \text{ ml.kg}^{-1}$ ;

- per il meccanismo alattacido, in base a quanto proposto da Lacour et al. (1990), si può stimare che l'energia derivata sia di  $16 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;
- per il meccanismo aerobico si può utilizzare un metodo grafico (Arcelli, 1976) e risulta che è pari a circa  $2 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ , cui vanno aggiunti  $6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  di ossigeno accumulato nei muscoli, nei polmoni, nel sangue e negli altri fluidi del corpo (Lacour et al., 1990) e si arriva a  $8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

La spesa totale per i 100 m dell'atleta ITA-1, dunque, è pari a  $73,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Hautier et al. (1994), invece, hanno trovato concentrazioni ematiche di lattato di  $8,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  in atleti del Camerun che avevano corso i 100 m in 10,70 sec; si può calcolare che per loro i meccanismi forniscono rispettivamente  $24,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (lattacido),  $16 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (alattacido) e  $8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  (aerobico), per un totale di  $48,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ , circa un terzo in meno di quanto ha speso l'atleta italiano, pur con un tempo finale peggiore di soli 0,16 sec. Si noti che, sempre nella ricerca di Locatelli ed Arsac (1995) tre altri atleti italiani con tempi sui 100 m un po' superiori a quelli di ITA-1 e, quindi, più vicini a quelli dei camerunensi (ITA-2 in 10,59, ITA-3 in 10,63 ed ITA-4 in 10,69 sec), presentavano concentrazioni di lattato comunque sensibilmente più alte di quelli degli africani: 15 per ITA-2, 14,7 per ITA-3 e  $14,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  per ITA-4. Per loro si può calcolare una spesa totale rispettivamente di 70,2, di 69,2 e di  $68,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

### **Le differenze nella spesa totale per correre i 100 metri**

La sensibile differenza nella spesa per correre i 100 m può avere senza dubbio molte spiegazioni, alcune delle quali non sono state finora chiarite. Rahmani, Locatelli e Lacour (2004), per esempio, hanno sottolineato l'importanza che da tale punto di vista possono avere le caratteristiche antropometriche. Tali autori, infatti, hanno constatato che, nei confronti degli sprinter italiani, quelli senegalesi di pari valore hanno arti inferiori più lun-

ghi in rapporto alla statura. Ciò conferma quanto era già stato visto in passato (Tanner, 1964; Himes, 1988; Abe et al., 1999) quando erano stati confrontati atleti di origine africana con atleti bianchi. Secondo Rahmani, Locatelli e Lacour (2004), a parità di statura gli arti più lunghi consentono di avere un passo più ampio e una minore frequenza del passo; ciò permette di spendere meno nell'accelerazione degli arti inferiori che si ha ad ogni passo. Questa differenza è ancora maggiore se si considera che nei senegalesi è inferiore anche l'inerzia della gamba anatomica, come Rahmani, Locatelli e Lacour (2004) hanno potuto calcolare in base alla lunghezza e ai diametri di tale segmento corporeo. La conseguenza è che ci sono differenze sensibili per quello che riguarda il lavoro meccanico.

È anche probabile che (per fatto naturale o legato ad apprendimento tecnico) alcuni soggetti abbiano, anche per pari caratteristiche antropometriche, una corsa meccanicamente più economica; oppure che riescano ad utilizzare una migliore combinazione di "frequenza-lunghezza" del passo, tale da consentire loro di raggiungere una velocità più elevata; e/o che utilizzino una migliore "distribuzione ritmica", vale a dire una ottimale ripartizione dello sforzo tra la prima e la seconda parte della gara.

### **Il costo della corsa dai 50 ai 100 metri**

Nei 100 m, in ogni caso, c'è una prima metà della gara nella quale, avvenendo la partenza da una posizione del tutto statica (velocità uguale a 0), c'è una rapida crescita della velocità ed una seconda metà (dai 50 ai 100 m) nel corso della quale le variazioni di velocità sono molto inferiori (Arsac e Locatelli, 2002). L'atleta ITA-1, quando ha corso i 100 m in 10,54 sec, ha impiegato 5,77 sec nei primi 50 m (Locatelli e Arsac, 1995) e, dunque, il suo tempo dai 50 ai 100 m è stato di 4,77 sec (velocità media di  $10,5 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$  o di  $37,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). La differenza fra la prima e la seconda metà dei 100 m è risultata perciò di 1 sec; essa è quella media per i centometristi secondo quanto suggerito da Vittori (1983). Anche per i velocisti

camerunensi si può considerare che la prima metà gara sia compiuta mediamente in un tempo di 1 sec superiore alla seconda; si può stimare, dunque, un tempo di circa 4,85 sec (velocità media di  $10,3 \text{ m}\cdot\text{sec}^{-1}$  o di  $37,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) per il tratto dai 50 ai 100 m. Considerando una velocità pressoché costante in questa seconda metà, si può utilizzare il criterio di Lacour et al. (1990) per calcolare il costo per correrla da parte dello sprinter italiano e di quelli del Camerun:

- per il meccanismo lattacido si può tenere conto che Hirvonen et al. (1987) hanno constatato che nel corso dei 100 m la produzione di lattato è nella prima metà della prova del tutto simile a quello della seconda metà; essa è dunque pari alla metà di quello prodotto negli interi 100 m ( $8,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  nei camerunensi oppure  $16 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  nell'italiano, cui va sottratta in entrambi i casi una  $1 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  del valore basale); utilizzando l'equivalente energetico del lattato di Margaria et al. (1971) che, come si è detto, è di  $3,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  per ogni incremento di  $1 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , si può considerare che dai 50 ai 100 m l'energia

lattacida fornisce circa  $12,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  oppure  $24,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;

- per il meccanismo alattacido si può ritenere che l'energia derivata sia nulla; Hirvonen et al. (1987), infatti, indicano che dopo i 40 m non c'è variazione di fosfagene nei muscoli per gli atleti migliori;
- per il meccanismo aerobico, tenendo conto del metodo grafico per il calcolo del consumo di ossigeno nelle fasi iniziali (Arcelli, 1976), l'energia può essere considerata di circa  $1,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$  cui vanno aggiunti  $3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ , corrispondenti alla metà dell'ossigeno accumulato nei muscoli, nei polmoni, nel sangue e negli altri fluidi del corpo (Lacour et al., 1990)

Nella tabella 1 sono riportati i dati che si riferiscono alle diverse componenti energetiche per i 100 m e per le due diverse metà dei 100 m; per la prima metà i valori sono stati ottenuti sottraendo i valori appena ricavati per il tratto dai 50 ai 100 m da quelli per l'insieme dei 100 m. Si può notare, in particolare, come correndo nella seconda

	<b>100 m</b>	<b>Primi 50 m</b>	<b>Dai 50 ai 100 m</b>
Energia lattacida	24,8-49,5 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (50,8-67,3%)	12,4-24,7 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (38,9-55,9%)	12,4-24,7 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (73,4-84,6%)
Energia alattacida	16 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (32,8-21,8%)	16,0 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (50,1-36,3%)	– (0%)
Energia aerobica	8 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (16,4-10,9%)	3,5 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (11,0-7,9%)	4,5 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (26,6-15,4%)
Spesa totale	48,8-73,5 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (100%)	31,9-44,2 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (100%)	16,9-29,2 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}$ (100%)
Costo energetico medio	488-735 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$	638-884 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$	338-584 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{km}^{-1}$

Tabella 1 - Per la prova di 100 metri nel suo complesso, corsa in 10,70 oppure in 10,54 sec, e per le due metà di essa (i primi 50 m nella terza colonna e il tratto dai 50 ai 100 m nella quarta), sono indicate: l'energia prodotta dopo il meccanismo lattacido (il primo numero si riferisce a sprinter del Camerun che hanno impiegato 10,70 sec sui 100 m, il secondo allo sprinter italiano ITA-1 che ha impiegato 10,54 sec); quella prodotta con il meccanismo alattacido; e quella prodotta con il meccanismo aerobico. Sono riportati (fra parentesi) anche i valori percentuali con cui, negli atleti del Camerun e in quello italiano, ciascuno dei tre meccanismi partecipa alla produzione dell'energia totale; quest'ultima è indicata nella penultima riga. Nell'ultima riga, infine, sono indicati i valori di costo energetico medio per l'intera prova di 100 metri e per le due metà di essa.



metà dei 100 m ad una velocità media sopra i 10 m.sec<sup>-1</sup>, EC sia pari a 338 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> negli sprinter africani e a 584 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> in ITA-1; simile a quello di quest'ultimo è l'EC degli altri tre sprinter italiani (552 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> per ITA-2, 542 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> per ITA-3 e 538 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> per ITA-4).

Recentemente di Prampero et al. (2005) hanno calcolato il costo energetico della corsa in accelerazione con un criterio nuovo: lo hanno considerato simile a quello della corsa in salita a velo-

cità costante, su una pendenza che è tanto maggiore quanto più elevata è l'accelerazione e che poi si riduce fino ad avvicinarsi sempre di più a quello della corsa in piano via via che l'accelerazione si approssima allo zero, ossia alla velocità costante. I valori medi di EC così determinati sono risultati di poco superiori a 500 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> e, pur essendo stati valutati (invece che sui primi 50 m) sui primi 30 m, quando il costo energetico è maggiore, risultano dunque inferiori a quelli qui calcolati (638-884 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup>; si veda la terza colonna della Tabella 1). Va considerato, però, che le metodiche utilizzate sono completamente diverse, che nello studio effettuato da di Prampero et al. (2005) non è compresa la spesa per vincere la resistenza dell'aria e che gli atleti valutati da quegli autori hanno primati personali sui 100 m (10.90-12.09 sec) molto inferiori a quelli qui considerati.

### L'importanza del meccanismo lattacido

Come si vede dalla Tabella 1, nell'insieme dei 100 m il meccanismo alattacido, a differenza di quello che solitamente si pensa, non risulta essere il più importante. L'energia aerobica è senza dubbio poco rilevante (specie nella prima metà della prova), mentre è invece l'intervento del meccanismo lattacido a prevalere, dal punto di vista percentuale, nell'intera prova e a diventare del tutto preponderante nella seconda metà della gara. Sostengono Hautier et al. (1994) che gli altri meccanismi energetici sono di ridotta importanza, come l'aerobico, oppure poco allenabili, come l'alattacido; questi autori affermano che il miglioramento delle prestazioni nello sprint dipende, dunque, dalla maggiore produzione di energia con il meccanismo glicolitico.

Si noti, però, che nei migliori corridori dei 400 o degli 800 m, al termine della gara, si riscontrano concentrazioni di lattato assai più alte di quelle dei 100 m, le più alte che si trovano dopo una prestazione sportiva, pari a 25-25,5 mmol.l<sup>-1</sup> (Kindermann e Keul, 1977; Lacour et al., 1990); in queste discipline il fattore che limita la prestazione sembra essere rappresentato dalle alte concentrazioni

di ioni H<sup>+</sup> che si raggiungono (“pH critico”) e si parla solitamente di *capacità lattacida*. Nel caso dei 100 m, al contrario, l’importanza del meccanismo lattacido va considerata soprattutto dal punto di vista della sua capacità di fornire una grande quantità di energia nell’unità di tempo, vale a dire alla *potenza lattacida*. È a tale caratteristica che si riferisce la Figura 1 (tratta da Arcelli, 1995); da essa si vede come i valori più alti siano raggiunti proprio nei 100 m dell’atletica leggera. In tale figura il valore indicato per i 100 m sarebbe ancora più alto se fosse stati presi in considerazione non il dato di 13 mmol.l<sup>-1</sup> (Kindermann e Keul, 1977), ma il più alto fra quelli indicati da Locatelli e Arsac (1995), pari, come si è detto, a 16 mmol.l<sup>-1</sup>. Si arri-

verebbe, infatti, a poco più di 280 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, vale a dire a quasi il doppio che nei 200 m, a più del triplo che nei 400 m e a circa sette volte di più che negli 800 m.

Al fine di non creare equivoci, in ogni caso, va tuttavia sottolineato che nel tratto iniziale il meccanismo alattacido ha indubbiamente un notevole peso e che di certo il risultato cronometrico sui 100 m dipende non soltanto da fattori puramente energetici, ma anche da altri aspetti importanti e fondamentali, quali la forza (che è considerata da molti autori uno dei fattori fondamentali nella capacità di correre veloci), la tecnica e la ritmica di corsa (Vittori, 1995; Vittori, 1997).

### Il costo della corsa in funzione della velocità

In ogni caso, si dispone ora di alcuni punti di riferimento che ci permettono di costruire una curva di EC in funzione della velocità della corsa superiori ai 10 m.sec<sup>-1</sup> (figura 2). Oltre a quello dello sprinter ITA-1 e di quelli camerunensi calcolati più sopra, infatti, se ne possono ricavare altri tre da Lacour et al. (1990):

- quello dato direttamente da questi autori di 180 ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup> valido per le velocità più basse, fino a circa 6,5 m.sec<sup>-1</sup>;
- quello che si può ricavare dal valore della spesa per i 400 m (109,5 ml.kg<sup>-1</sup>) quando ad essa venga tolta la componente relativa al costo per accelerare il corpo; tale spesa può essere calcolata in ml.kg<sup>-1</sup> con la formula  $0,0074 \cdot v^2$ , nella quale  $v$  è in km.h<sup>-1</sup> (Arcelli e Dotti, 2000) e risulta essere di 6,8 ml.kg<sup>-1</sup>; la spesa per correre i 400 m alla velocità media di 8,41 m.sec<sup>-1</sup> (pari a 30,290 km.h<sup>-1</sup>), dunque, è pari a 102,7 ml.kg<sup>-1</sup> ed EC a  $102,7/0,4 = 256,7$  ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup>;
- quello che si può ricavare dal valore della spesa per gli 800 m (168,5 ml.kg<sup>-1</sup>); sottraendo anche in questo caso la spesa per accelerare il corpo, calcolata con la stessa formula (5,2 ml.kg<sup>-1</sup>), si ha una spesa per correre gli 800 m alla velocità media di 7,38 m.sec<sup>-1</sup> (pari a 26,573 km.h<sup>-1</sup>) di 163,3 ml.kg<sup>-1</sup> ed EC pari a  $163,3/0,8 = 204,1$  ml.kg<sup>-1</sup>.km<sup>-1</sup>.

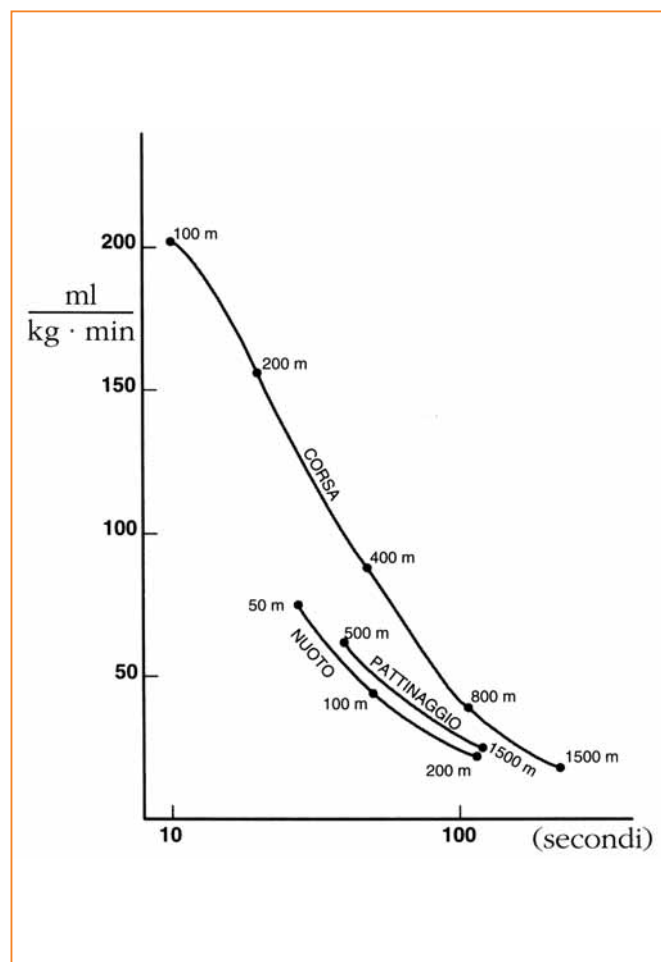


Figura 1 - Potenza lattacida (espressa in millilitri di ossigeno per ciascun chilogrammo del peso corporeo e per ciascun minuto) in funzione del tempo di gara (in secondi, scala logaritmica) in alcune prove di corsa, di pattinaggio su ghiaccio e di nuoto. Da Arcelli (1995).

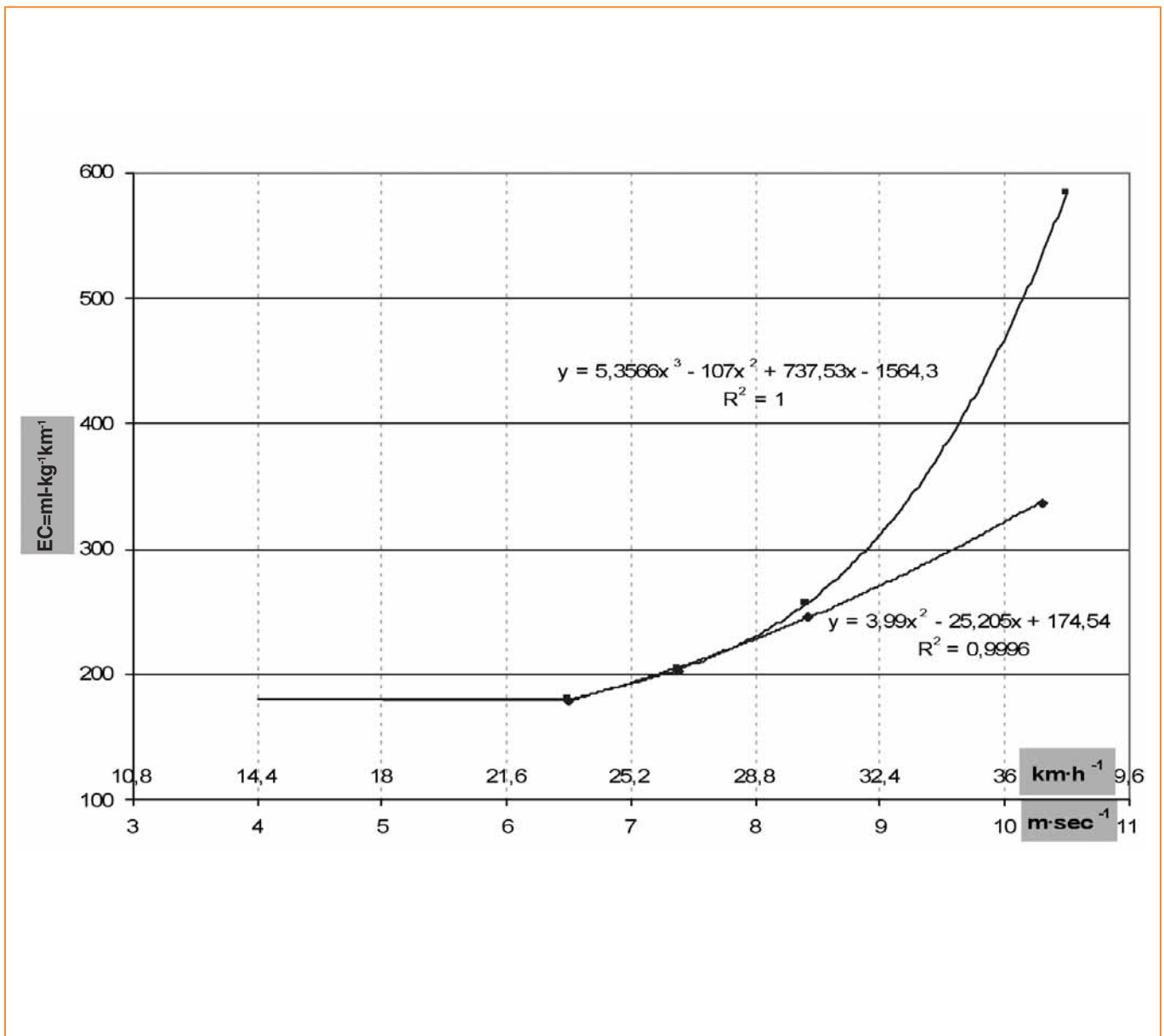


Figura 2 - Costo energetico (in millilitri di ossigeno per ogni chilogrammo di peso corporeo e per ogni chilometro) in funzione della velocità di corsa (in  $m \cdot sec^{-1}$  e in  $km \cdot h^{-1}$ ).

La Figura 2 permette di apprezzare quanto differiscano i valori di EC a velocità superiori ai  $10 m \cdot sec^{-1}$  fra l'atleta ITA-1 e gli atleti del Camerun.

## Conclusioni

Dei vari aspetti che influiscono sulla prestazione dei 100 m, in questo articolo sono stati presi in considerazione quelli relativi all'origine dell'energia ed alla spesa energetica. A proposito dei meccanismi energetici, già vari autori (in particolare

Hautier et al., 1994) avevano sottolineato l'importanza di quello lattacido nei 100 m, affermando che da esso deriva la maggior parte dell'energia necessaria per completare la prova. In questo articolo si è voluto precisare che nella più breve delle prove olimpiche di corsa ciò che conta è la *potenza lattacida*. È tale caratteristica fisiologica, infatti, che deve essere allenata per ottenere i miglioramenti prestativi, specie nel tratto fra i 40 e i 100 metri, dopo che si è esaurito l'intervento del meccanismo anaerobico alattacido che, invece, è senza dubbio importante nel primo tratto di gara.

A proposito del costo della corsa alle alte velocità, si è visto che ci possono essere grosse differenze non soltanto fra un atleta e l'altro, ma anche fra gruppi di sprinter di diverse nazioni (Rahmani, Locatelli e Lacour, 2004). Si ritiene che sia il caso di tornare a studiare e ad approfondire

metodiche che permettano di stabilire quali fattori possono determinare tali differenze fra i vari sprinter e di valutare se tali fattori possono essere modificati attraverso metodiche specifiche di allenamento o attraverso cambiamenti nella tecnica della corsa.

## Bibliografia

- Abe T., Brown J.B. e Brechue W.F. (1999) Architectural characteristics of muscle in black and white college football players. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31: 1448-1452. Citato da Rahmani et al., 2004.
- Arcelli E. (1976) Percentuali di lavoro aerobico, di lavoro anaerobico lattacido e di lavoro anaerobico alattacido nelle prove di corsa piana dell'atletica leggera. *Atletica Leggera*, n. 2004, pagg. 17-20, dicembre.
- Arcelli E. (1995) *Acido lattico e prestazione*, edizioni Dante, Vigevano.
- Arcelli E. e A. Dotti (2000) *Mezzofondo veloce: dalla fisiologia all'allenamento*, Atletica Studi, s.l.
- Arsac L.M. e Locatelli E. (2002) Modeling the energetics of 100-m running by using speed curves of world champions. *J. Appl. Physiol.*, 92: 1781-1788.
- di Prampero P.E., Fusi S., Sepulcri L., Morin J.B., Belli A. e Antonutto G. (2005) Sprint running: a new energetic approach. *J. Exp. Biol.*, 208: 2809-2816.
- Hautier C.A., Wouassi D., Arsac L.M., Bitanga E., Thiriet P. e Lacour J.R. (1994) Relationships between postcompetition blood lactate concentration and average running velocity over 100-m and 200-m races. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 6: 508-513.
- Himes J.H.: Racial variation in physique and body composition. *Can J Sports Sci.*, 13 (2004) 117-126, 1988. Citato da Rahmani et al..
- Hirvonen J., Rehunen S., Rusko H. e Harkonen M. (1987) Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 56: 253-259.
- Kindermann W. e Keul J. (1977) Lactate acidosis with different forms of sports activities. *Can J Sports Sci.*, pagg. 177-183.
- Lacour J.R., Bouvat E. e Barthélémy J.C. (1990) Post-competition blood lactate concentration as indicators of anaerobic energy expenditure during 400-m and 800-m races, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 61:172-176.
- Locatelli E. ed Arsac L. (1995) The mechanics and energetics of the 100m sprint. *New Studies in Athletics*, 10 (1): 81-87.
- Margaria R., Aghemo P. e Sassi G. (1971) *Lactic acid production in supramaximal exercise*. *Pfugers Arch.*, 326:152-161.
- Péronnet F. e Thibault G. (1989) Mathematical analysis of running performance ad world running records. *J. Appl. Physiol.*, 67: 153-165.
- Rahamani A., Locatelli E. e Lacour J.R. (2004) Differences in morphology and force/velocity between Senegalese and Italian sprinters. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 91: 399-405.
- Sahlin K., Harris R.C. e Hultman E. (1979) Resynthesis of creatine phosphate in human muscle after exercise in relation to intramuscular pH and availability of oxygen. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 39:551-558.
- Svedenhag J. e Sjodin B. (1984) Maximal and submaximal oxygen uptakes and blood lactate levels in elite male middle- and long-distance runners. *Int. J. Sports Med.*, 5: 255-261.
- Tanner J.M. (2004) *The physique of Olympic athletes*. George Allen and Unwin, London, 1964. Citato da Rahmani et al..
- Vittori C. (1983) I 100 metri, in "Corse di velocità", *Atletica Studi*, Roma, pp. 310-317, maggio-giugno.
- Vittori C. (1995) *Le gare di velocità*. *Atletica Studi*, Roma, s. n. 2.
- Vittori C. (1997) *L'allenamento del giovane corridore dai 12 ai 19 anni*. *Atletica Studi*; s. n. 1-2. Roma.