

L'INTERVENTO DEI TRE MECCANISMI ENERGETICI NEGLI 800 METRI DELL'ATLETICA LEGGERA

ENRICO ARCELLI

METODI E DIDATTICHE DELLE ATTIVITÀ SPORTIVE, FACOLTÀ DI SCIENZE MOTORIE DELL'UNIVERSITÀ DI MILANO.

FILIPPO SASSI

LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZA DELLO SPORT, FACOLTÀ DI SCIENZE MOTORIE DELL'UNIVERSITÀ DI MILANO.

MATTEO BONATO

DOTTORATO DI RICERCA PRESSO IL DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLO SPORT, NUTRIZIONE E SALUTE, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO.

Alcuni studiosi hanno sostenuto in passato che per la corsa degli 800 metri l'intervento del meccanismo energetico aerobico ha un valore percentuale sulla spesa totale che è ben preciso ed è uguale in tutti gli atleti. In un precedente articolo (Arcelli et al., 2010) si è sostenuto, invece, che questa percentuale varia non soltanto fra gli atleti dei due sessi, ma altresì in base al tempo ottenuto sulla distanza. Nel presente articolo viene proposta per gli ottocentisti una suddivisione dell'intervento medio dei tre meccanismi energetici in funzione della prestazione. L'apporto del meccanismo energetico aerobico tende ad aumentare con l'elevarsi del tempo impiegato, mentre quelli dell'aanaerobico lattacido e dell'anaerobico alattacido tendono a diminuire.

Obiettivo del presente articolo è quello di fornire dei valori, più precisi di quelli del passato, relativi alla spesa energetica totale e al contributo ad essa dei tre meccanismi energetici nella gara di corsa degli 800 metri.

In un precedente articolo (Arcelli et al., 2010), si era sostenuto che, a differenza di quanto era stato affermato da alcuni autori, non può esistere un valore della percentuale di intervento del meccanismo aerobico che sia valido per tutti gli atleti della gara dei due giri di pista; esso, in particolare, oltre a variare sensibilmente fra uomini e donne, tende ad aumentare con il tempo impiegato sulla distanza.

■ SPESA ENERGETICA TOTALE PER CORRERE GLI 800 METRI

Secondo Rittweger et al. (2009), la spesa energetica totale, espressa in joule per chilogrammo di peso corporeo (J/kg), per correre una certa distanza (in metri) - e, dunque, anche per correre gli 800 m - è data dalla somma di tre componenti:

- il costo non aerodinamico, pari a 3,8 per la distanza in metri; negli 800 m questa componente

è uguale a $3,8 \times 800 \text{ J/kg} = 3040 \text{ J/kg}$; secondo di Prampero (1985), il costo non aerodinamico è pari all'energia che l'atleta spende per sollevare e per accelerare il corpo ad ogni passo, per gli attriti che il piede incontra ad ogni passo, per il lavoro interno, per le contrazioni muscolari necessarie per mantenere la postura e per il lavoro compiuto dai muscoli respiratori e dal cuore;

- il costo per vincere la resistenza dell'aria, pari a 0,01 per la distanza e per il quadrato della velocità v (espressa in m/s); nel caso degli 800 m, è uguale a $0,8 \cdot v^2$;
- il costo per accelerare il corpo, pari a 2 per il quadrato della velocità, ossia a $2 \cdot v^2$.

Secondo Rittweger et al. (2009), perciò, la spesa totale in J/kg per correre gli 800 m è data da:

$$3040 + 0,8 \cdot v^2 + 2 \cdot v^2 = 3040 + 2,8 \cdot v^2$$

La figura 1 esprime la spesa totale per correre gli 800 m, espressa in mL/kg, suddivisa nelle tre componenti (costo non aerodinamico; costo per vincere

Spesa Energetica per correre 800 m

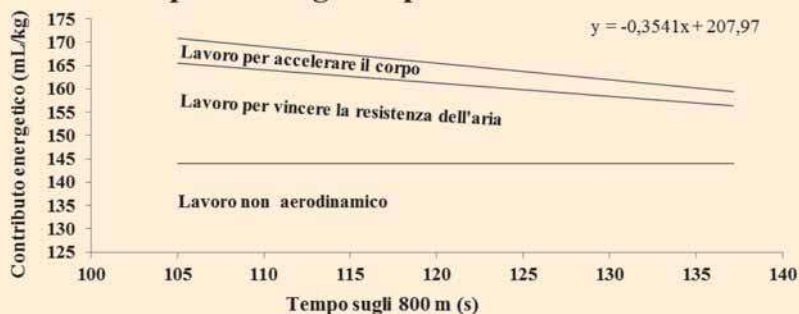


Figura 1 - Spesa energetica totale per correre gli 800 m, in funzione del tempo, suddivisa nelle tre componenti: il costo non aerodinamico, il costo per vincere la resistenza dell'aria, il costo per accelerare il corpo.

la resistenza dell'aria; costo per accelerare il corpo). Il valore totale della spesa è del tutto simile a quello calcolato – seguendo criteri differenti – da Lacour et al. (1990), da Hill (1999) e da Duffield et al. (2005), secondo i quali esso è pari rispettivamente a 168,8 mL/kg, a 158,4 mL/kg e a 164 mL/kg.

■ L'APPORTO DEL MECCANISMO ENERGETICO LATTACIDO NEGLI 800 METRI

La tabella 1 riporta i dati, secondo vari autori, di concentrazione ematica di lattato, in funzione del tempo ottenuto, dopo la gara degli 800 m. La figura 2 indica come varia tale concentrazione di lattato con l'aumento del tempo. Ci si riferisce qui soltanto agli uomini, essendo pochi i valori di lattato ematico delle donne reperiti in letteratura. Dalla formula della retta sono calcolati i valori di concentrazione media di lattato per tempi negli 800 m di 1'45", 1'55" e 2'05"; essi risultano essere pari rispettivamente a 20,4 mmol/L, 18,2 mmol/L e 16,1 mmol/L.

Secondo di Prampero (1981), ogni incremento di 1 mmol/L della concentrazione di lattato nel sangue rispetto al livello basale (qui considerato pari a 1 mmol/L, come indicato da Lacour et al., 1990, e da Hill, 1999) corrisponde – secondo quello che è denominato *equivalente calorico del lattato* - ad un contributo del meccanismo energetico lattacido a 3 mL di ossigeno per kg di peso corporeo. Questo significa che tale contributo corrisponde a 58,2 mL/kg, 51,7 mL/kg e 45,3 mL/kg per tempi negli 800 m rispettivamente di 1'45", 1'55" e 2'05".

■ L'APPORTO DEL MECCANISMO ENERGETICO AEROBICO NEGLI 800 METRI

La tabella 2 riporta i dati, reperiti in letteratura, di percentuale di lavoro aerobico, in funzione del tempo ottenuto nella gara degli 800 m. La figura 3 indica come si alza tale percentuale con l'aumento del tempo negli uomini. Dalla formula della retta vengono calcolati i valori di percentuale dell'intervento del meccanismo aerobico per tempi negli 800

Autori	Tempo sugli 800 m (s)	Concentrazione Ematica di Lattato (mmol/L)
Lacour et al. (1990)	108,4	21,9±2,1
Bianchi (2012)	118,8	14,0±1,5
Hill (1999)	120,2	18,1±2,2
Thomas et al. (2005)	120,8	17,5±1,3
Duffield et al. (2005)	126,0	12,4±1,9
Billat et al. (2009)	129,0	16,9±1,9
Bosquet et al. (2007)	137,2	15,1±1,5

Tabella 1 - Concentrazione ematica di lattato (in mmol/L) dopo la gara degli 800 in funzione del tempo ottenuto (in s), secondo vari autori.

Concentrazione ematica di lattato dopo la gara degli 800 m

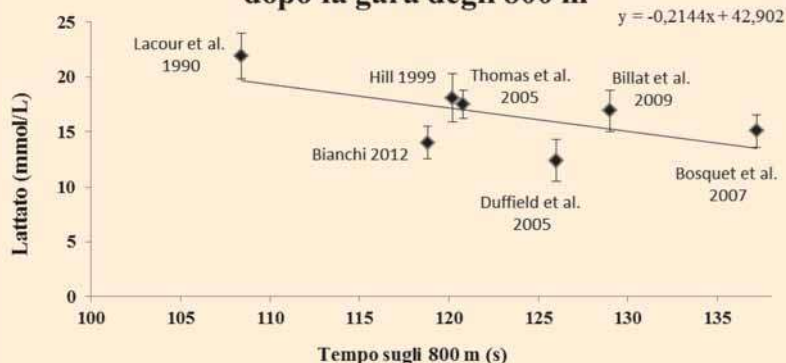


Figura 2 - Concentrazione ematica di lattato (in mmol/L) dopo la gara degli 800, in funzione del tempo ottenuto (in s), sulla base dei valori indicati nella tabella 1. La concentrazione ematica del lattato tende a diminuire con l'aumento del tempo impiegato negli 800 m.

Autori	Tempo sugli 800 m (s)	Contributo aerobico
Lacour et al. (1990)	106,6	46%
Weyand et al. (1993 e 1994)	121,6	71%
Weyand et al. (1993 e 1994)	126,9	76%
Hill (1999)	120,2	58%
Duffield e Dawson (2005)	126,0	60%
Spencer et al. (1996)	118,0	69%
Craig e Morgan (1998)	132,0	66%
Spencer e Gastin (2001)	110,0	66%
Billat et al. (2009)	129,0	57%

Tabella 2 - Contributo del meccanismo energetico aerobico (in percentuale) alla spesa per correre gli 800, in funzione del tempo ottenuto (in s), secondo vari autori. I due valori di Weyand et al. (1993 e 1994) si riferiscono rispettivamente ai corridori più portati per le gare veloci e l'altro a quelli dotati per le prove più lunghe.

Contributo aerobico in funzione del tempo di gara sugli 800 m

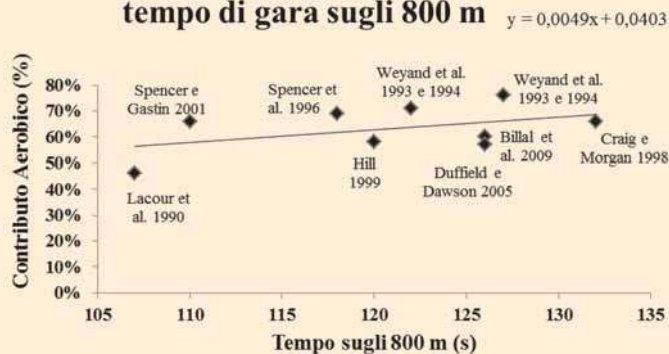


Figura 3 - Contributo del meccanismo energetico aerobico espresso come percentuale della spesa per correre gli 800, in funzione del tempo ottenuto (in s), secondo i valori indicati nella tabella 2.



m di 1'45", 1'55" e 2'05"; essi risultano essere pari rispettivamente a 55,5%, 60,4% e 65,3%. Tenendo conto del valore della spesa energetica totale, essi corrispondono rispettivamente a 95,2 mL/kg, 100,8 mL/kg e 106,7 mL/kg.

In base a tali valori, è stato possibile costruire la **figura 4** e la **figura 5**; esse indicano rispettivamente il contributo dei tre meccanismi energetici in mL/kg e in percentuale della spesa totale.

■ LA SPESA TOTALE PER CORRERE GLI 800 METRI E LA RIPARTIZIONE DELL'APPORTO DEI TRE MECCANISMI ENERGETICI

Per tempi sugli 800 m di 1'45", 1'55" e 2'05", la **tabella 3** riporta la spesa totale e i contributi in mL/kg e in valore percentuale dei meccanismi energetici aerobico, lattacido e alattacido.

Quest'ultimo è stato calcolato per differenza, vale a dire sottraendo alla spesa totale la somma dell'intervento aerobico e di quello lattacido.

■ CONCLUSIONI

Quanto minore è il tempo ottenuto negli 800 m, in definitiva, tanto maggiore è la spesa energetica totale e tanto minore è il contributo del meccanismo energetico aerobico, sia in valore assoluto (in mL/kg), sia quando sia espresso come percentuale della spesa totale.

I contributi anaerobico alattacido e anaerobico lattacido, invece, sono tanto maggiori quanto migliore è il tempo ottenuto.

Tempo sugli 800 m (min)	Spesa energetica totale (mL/kg)	Aerobico		Lattacido		Alattacido	
		(mL/kg)	(%)	(mL/kg)	(%)	(mL/kg)	(%)
1'45"	171,6	95,2	55,5	58,2	33,9	18,2	10,6
1'55"	167,0	100,8	60,4	51,7	31,0	14,4	8,6
2'05"	163,5	106,7	65,3	45,3	27,7	11,5	7,0

Tabella 3 - Spesa totale e contributi (in mL/kg e, tra parentesi, in valore percentuale) dei meccanismi energetici aerobico, lattacido e alattacido nella corsa degli 800 m in funzione del tempo ottenuto in gara.

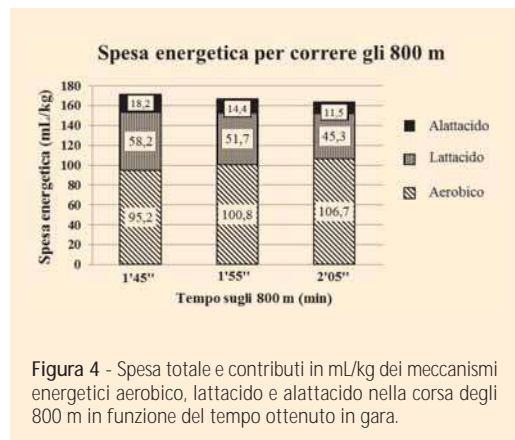


Figura 4 - Spesa totale e contributi in mL/kg dei meccanismi energetici aerobico, lattacido e alattacido nella corsa degli 800 m in funzione del tempo ottenuto in gara.

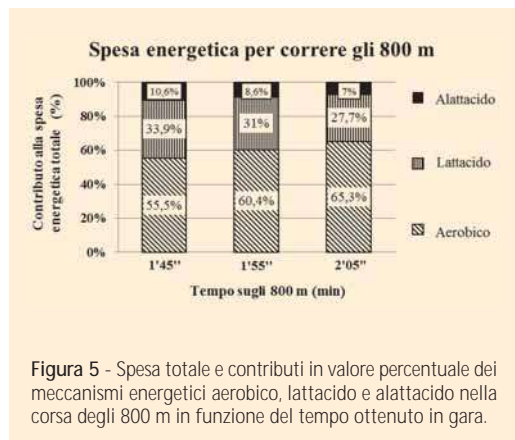


Figura 5 - Spesa totale e contributi in valore percentuale dei meccanismi energetici aerobico, lattacido e alattacido nella corsa degli 800 m in funzione del tempo ottenuto in gara.

BIBLIOGRAFIA

- Arcelli E., Riboli A. e Trecroci A.: L'intervento del meccanismo aerobico negli 800 m. *Atleticastudi*, n. 3, pagg. 16-22, 2010.
- Bianchi A.: *Cinetica del lattato negli 800 metri dell'atletica leggera*. Tesi di laurea magistrale in Scienza, tecnica e didattica dello sport, Facoltà di Scienze Motorie dell'Università degli Studi di Milano, 2012.
- Billat V., Hamard L., Koralsztein J.P. e Morton H.: Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1,500-m run. *Journal of Applied Physiology*, 107: 478-487, 2009.
- Bosquet L., Delhors P.R., Duchene A., Dupont G., Leger L.: Anaerobic running capacity determined from a 3-parameter systems model: relationship with other anaerobic indices and with running performance in the 800 m-run. *Int J Sports Med.*, 28: 495-500, 2007.
- Craig I.S. e Morgan D.W.: Relationship between 800-m running performance and accumulated oxygen deficit in middle distance runners. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, 30 (11): 1631-1636, 1998.
- di Prampero P.E.: Energetics of muscular exercise. *Review of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 89: 143-262, 1981.
- di Prampero P.E.: *La locomozione umana su terra, in acqua, in aria*. Edi-Ermes, Milano, 1985.
- di Prampero P.E., Capelli C., Pagliaro P., Antonutto G., Giradis M., Zamparo P. and Soule R.G.: Energetics of best performances in middle distance running. *Journal of Applied Physiology*, 74(5): 2318-2324, 1993
- Duffield R. e Dawson B.: Energy system contribution in track running. *New Studies in Athletics*, 4: 39-44, 2003.
- Duffield R., Dawson B. e Goodman C.: Energy system contribution to 400metre and 800-metre track running. *Journal of Sports Sciences*, 23: 299-307, 2005.
- Hill D.W.: Energy system contributions in middle distance running events. *Journal of Sports Sciences*, 17: 477-483, 1999.
- Lacour J.R., Bouvat E. e Barthélémy J.C.: Post-competition blood lactate concentration as indicators of anaerobic energy expenditure during 400m and 800-m races, *European Journal of Applied Physiology*, 61:172-176, 1990.
- Rittweger J., di Prampero P.E., Maffulli N., Narici M.V.: Sprint and endurance power and ageing: an analysis of master athletic world records. *Proc. R. Soc. B* 276, 683-689, 2009.
- Scott C.B., Roby F.B., Lothman T.G. e Bunt J.C.: The maximal accumulated oxygen deficit as an indicator of anaerobic capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23: 618-624, 1991. Citati da Spencer and Gastin (2001).
- Spencer M.R. e Gastin P.-B.: Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33:157-162, 2001.
- Spencer M.R., Gastin P.-B., Payne W.-R.: Energy system contribution during 400- to 1500-m running. *New Studies in Athletics*, 11: 59-65, 1996.
- Thomas C., Hanon C., Perrey S., Le Chevalier J.M., Couturier A., Vandewalle H.: Oxygen uptake response to an 800-m running race. *Int J Sports Med.*, 26: 268-273, 2005.
- Weyand P.G., Cureton K., Conley D. e Sloniger M.: Percentage anaerobic energy utilized during track running events. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, S105, 1993.
- Weyand P.G., Cureton K.J., Conley D.S., Sloniger M.A. e Liu Y.L.: Peak oxygen deficit predicts sprint and middle-distance track performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26 (9): 1174-1180, 1994.

