

Costo energetico della marcia

Enrico Arcelli

E. Arcelli:

Medico, studioso dei problemi delle corse di durata. Programmatore, per alcuni anni, del settore mezzofondo e fondo della FIDAL.

Ritengo che sia molto importante conoscere il costo della marcia negli atleti d'alto livello, dal momento che il dato della spesa energetica è un punto di partenza che può servire per meglio capire alcuni aspetti della disciplina. Nel caso della marcia, tuttavia, i dati a disposizione sono pochi. Sul costo della corsa, per esempio, esistono senz'altro molte più ricerche; esse forniscono dati sufficientemente concordanti fra di loro e indicano come il corridore d'alto livello spenda solamente una piccola percentuale in più dell'individuo poco allenato alla corsa.

Nel caso della marcia si può dire che la differenza fra il soggetto che cammina e l'atleta specialista è senz'altro elevata sopra gli 8 km/hr e che il primo non riesce a mantenere neanche per poche decine di metri la velocità che, invece, il campione sa protrarre per tutta la durata della distanza olimpica più lunga, quella dei 50 km.

In un convegno del 1977 avevo cercato di dare alcune formule per il calcolo della potenza e della spesa energetica del marciatore (1). Ultimamente, però, queste formule (ricavate dall'elaborazione — e dall'estrapolazione a velocità maggiori — di alcuni dati di consumo di ossigeno determinati da Mognoni e coll. in due atleti italiani di livello olimpico, V. Visini e A. Zambaldo, i quali marciavano su pista) si sono dimostrate poco attendibili, soprattutto per quello che riguarda le velocità più elevate raggiunte dai migliori marciatori.

Vengono confrontate fra di loro due coppie di primati del mondo; da un lato quello delle gare dell'ora di corsa e di marcia; dall'altro quello della maratona (gara di corsa di 42,195 km; miglior prestazione mondiale; 2 ore 08'33"6) e dei 30 km di marcia su pista (primato del mondo; 2 ore 08'00"). Per le due prove di corsa viene calcolata la velocità media in km/ora e la richiesta energetica in ml/kg.min. secondo la formula $2,917 v + 0,000617 V^3$, in cui v è la velocità dell'atleta in km/ora.

Tabella 1

CORSA			MARCIA					
gara	velocità (km/ora)	rich. energ. (ml/kg.min)	gara	velocità (km/ora)	richiesta energetica (ml/kg.min)			
					A	B	C	D
ora 42,195 km (maratona)	20,944	66,8	ora	15,121	71,6	66,6	69,8	60,5
	19,693	62,1	30 km	14,063	62,0	58,6	63,0	55,1

Per le due prove di marcia viene pure calcolata la velocità media e la richiesta energetica utilizzando le quattro formule indicate nella Tabella 2. Come si può notare, soltanto quando si usano le formule B e D la richiesta energetica nelle due prove di marcia è inferiore alle due prove di corsa di ugual durata.

Se tali formule valessero, infatti, confrontando fra di loro due coppie di primati del mondo (da un lato quelli dell'ora di marcia e dell'ora di corsa; dall'altro lato quello della 30 km. di marcia su pista

e la miglior prestazione mondiale della maratona, cioè la corsa dei 42,195 km), si ricaverebbe — come si può vedere nella Tabella 1 — che i marciatori, per pari durata dello sforzo, sono in grado di fornire una potenza più elevata di quella dei corridori; ciò, però, mi pare poco probabile, anche perché, molto verosimilmente, la massa dei muscoli (beninteso di quelli con elevato impegno) utilizzati da parte del marciatore è inferiore a quella dei muscoli utilizzati dal corridore (1).

Valori di spesa unitaria e di richiesta energetica

Tabella 2

	A (Atleticastudi 1977,1)	B (tesi Bacilieri, 2)	C (Menier e Pugh, 3)	D (Città del Messico)	CORSA (1)
spesa unitaria (ml/kg.km)	18,8 v	60 + 13,5 v	$384 - \frac{1620}{v}$	$307 - \frac{1014}{v}$	$175 + 0,037 v^2$
richiesta energetica (ml/kg.min)	$0,3133 v^2$	$v + 0,225 v^2$	$6,4 v - 27$	5,12 - 16,9	$2,917 v + 0,000617 v^3$

Richiesta energetica (in ml/kg.min) in funzione della velocità v (in km/ora) per otto marciatori italiani di livello olimpico; i valori sono stati calcolati indirettamente (si veda il testo). Le formule indicano che la richiesta energetica cresce linearmente con la velocità; secondo una formula generale $a + b v$, in cui ha sempre un valore negativo (la retta, cioè taglia l'ordinata sotto lo zero), mentre b indica il rapporto fra l'incremento dell'ordinata e quello dell'ascissa, cioè l'inclinazione della retta. Come si vede il valore di b è molto simile negli otto soggetti.

(1) treadmill o ergometro trasportatore è quella specie di *tapis roulant* che si usa nei laboratori di fisiologia e che in pratica consiste in un nastro che viene fatto scorrere da un motore alla velocità voluta.

nella marcia, in funzione della velocità v in km/ora, secondo quattro formule diverse (si veda il testo); per confronto vengono anche riportate (colonna all'estrema destra) le analoghe formule per la corsa.

Nella Tabella 2 e nelle Figure 1 e 2 queste formule del 1977 sono indicate con A. Sono invece indicate:

- con B quelle ricavate dalla tesi di laurea in scienze biologiche di Luciano Bacchieri (2), nella quale si tiene conto non solo dei dati di consumo di ossigeno di V. Visini e A. Zambaldo, ma anche di quelli — determinati in laboratorio su treadmill (1) da Rovelli e coll. — di G. Damilano, M. Damilano, P.A. Fortunati e F. Vecchio;
- con C quelle ricavate da Menier e Pugh (3) in una ricerca effettuata su treadmill a Font-Romeu su quattro marciatori olimpici britannici con C.W. Fogg, A.J. Jones, R.F. Lodge e R. Wallwork.
- con D, invece, sono indicate quelle che ho calcolato a Città del Messico, in maniera indiretta, su otto marciatori azzurri, S. Bellucci, D. Carpentieri, G. Damilano, M. Damilano, P. Grecucci, C. Mattioli, A. Pezzatini e V. Visini.

Ecco quale strada ho seguito per arrivare ai valori di richiesta energetica per questi otto atleti: costoro sono stati sottoposti da Ziglio e da me al test di Conconi (4, 5) sia per la marcia che per la corsa, nella stessa giornata, con un intervallo di

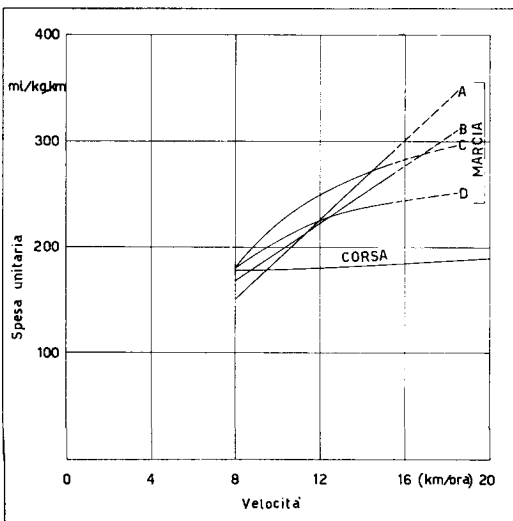


Figura 1 - Spesa unitaria (in ml/kg.km) nella marcia e nella corsa in funzione della velocità (in km/ora). Per la marcia vengono riportate quattro diverse curve (si veda il testo).

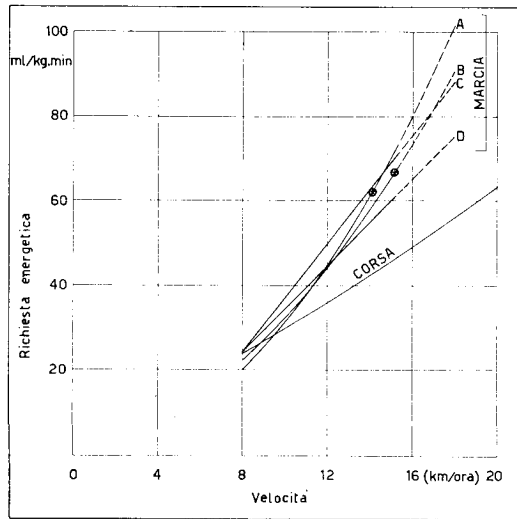


Figura 2 - Richiesta energetica (in ml/kg.min) nella marcia e nella corsa in funzione della velocità (in km/ora). Per la marcia vengono riportate quattro diverse curve (si veda il testo). I due cerchietti si riferiscono ai valori di richiesta energetica media calcolati per la maratona e l'ora di corsa e riportati in questa figura alle due velocità che corrispondono rispettivamente a quella media per il record del mondo dei 30 km di marcia (2 ore 08'00''), del tutto simile alla miglior prestazione mondiale della maratona, 2 ore 08'33''6) e per il record del mondo dell'ora di marcia.

circa 40 minuti fra il termine del test per la marcia e l'inizio di quello per la corsa.

In pratica per ciascuno di questi soggetti sono state elaborate le curve della frequenza cardiaca in funzione della velocità di marcia e, rispettivamente, di corsa (Figura 3); fino a un certo valore di frequenza cardiaca — del tutto simile per il singolo soggetto nei due tipi di locomozione e corrispondente, secondo Conconi e coll. (6) alla velocità («deflection velocity» o v_d) alla quale come fornitore di energia non esiste più il solo meccanismo aerobico, ma interviene anche il meccanismo lattacido — i valori di frequenza cardiaca si dispongono secondo una retta; al di là di questo valore la frequenza cardiaca ha ancora un incremento, ma di entità sensibilmente minore, e la linearità viene a cessare.

Per ciascun atleta:

- ho presupposto che a parità di frequenza cardiaca fosse uguale la potenza esplicita nella marcia e nella corsa;
- ho estrapolato le due rette oltre la «deflection velocity» quella della marcia, fino a circa i 15 km/ora, quella della corsa fino a circa 19 km/ora;

— ho presupposto che nella corsa, un esercizio che tutti e otto i marciatori eseguono abitualmente e con sufficiente correttezza dal punto di vista stilistico, la spesa di questi atleti potesse essere calcolata secondo la formula indicata nell'ultima colonna della Tabella 2 (1).

In pratica, come si può vedere dalla Figura 3, ho potuto calcolare facendo riferimento ai valori della corsa — una seconda ascissa, quella che in tale figura compare a destra e che indica la richiesta energetica (o la potenza, in ml/kg.min) del marciatore. Ho poi utilizzato questa seconda ascissa per calcolare la richiesta energetica dell'atleta nella marcia. I valori dei singoli atleti e la media degli otto sono riportati nella Tabella 3.

Dalle Figure 1 e 2 si può vedere come per le velocità tipiche per gli atleti di alto livello nella 20 e nella 50 km (i 14-15 km/ora e, rispettivamente, i 12,5-13,5 km/ora), i valori più bassi di richiesta energetica (in ml/kg.min) e di spesa unitaria (in ml/kg.km) sono quelli delle curve B e D. Se, comunque, è corretta la formula per calcolare la richiesta energetica per il primato mondiale dell'ora di corsa e per la miglior prestazione mondiale della maratona e se, come appare del tutto verosimile, il primatista mondiale di una prova di mar-

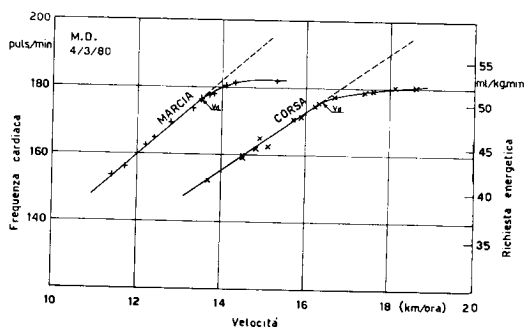


Figura 3 - Per il soggetto M.D. vengono riportate le curve della frequenza cardiaca, in funzione della velocità, per la marcia e per la corsa. Facendo riferimento ai valori della corsa, è stata determinata — ascissa di destra — la richiesta energetica; da ciò si è potuta calcolare, ai vari valori di velocità, la richiesta energetica anche per la marcia.

cia non può esplicitare una potenza superiore a quella del corridore su una prova di uguale durata, le curve B e D sembrerebbero le più attendibili.

Vorrei comunque fare due considerazioni. La prima si riferisce al fatto che se la spesa dei



marciatori, al di sopra di certe velocità, è tanto inferiore a quella degli individui normali che camminano, è probabile che fra un marciatore e l'altro possano pure esistere notevoli diversità di consumo energetico a pari velocità; è anche verosimile che siano i migliori atleti — in particolare quelli che ottengono i primati mondiali — ad avere i valori più bassi.

La seconda considerazione riguarda i cambiamenti che si sono avuti negli ultimi anni nella tecnica della marcia; è probabile che in corrispondenza di tali cambiamenti si sia avuta anche una diminuzione della spesa energetica.

Tabella 3

atleta	richiesta energetica (ml/kg.min)
S. Bellucci	4,81 v - 9,2
D. Carpentieri	5,29 v - 21,3
G. Damilano	4,46 v - 5,5
M. Damilano	4,24 v - 6,4
P. Grecucci	4,15 v - 5,2
C. Mattioli	5,85 v - 27,7
A. Pezzatini	5,38 v - 21,7
V. Visini	6,76 v - 38,5
media	5,12 v - 16,9

Indirizzo dell'Autore

Dott. Enrico Arcelli
Via G.B. Vico, 5
21100 S. Ambrogio (Varese)

BIBLIOGRAFIA

- (1) Arcelli, E. - *Alcune caratteristiche fisiologiche della marcia*, in «*La marcia: scienza, tecnica e regolamento*», atti del convegno sulla marcia di Roma (26/7/1977), *Atleticastudi*, 10/11. 1977.
- (2) Bacilieri, L. - *Il costo energetico della marcia agonistica*. Tesi di diploma presso la facoltà di Scienze Biologiche dell'Università degli Studi di Milano, Anno Accademico 1977-78.
- (3) Menier, D.R. e Pugh, L.G.C.E. - *The relation of oxygen intake and e velocity of walking and running in competition walkers*, *Journal of Physiology* (London), 197, pag. 717-721, 1968.
- (4) Conconi, F., Ferrari, M., Droghetti, P., Ziglio, P.G. e Codecà, L. - *Miglioramenti delle capacità prestative in corridori e marciatori dopo un mese di allenamento ad alta quota*, *Atletica Leggera*, n. 241, pag. 45-51, gennaio 1980.
- (5) Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P.G., Droghetti, P. e Codecà, L. - *Determination of the anaerobic threshold by a non invasive field test in runners*, in corso di pubblicazione.

