

MODELLO MATEMATICO DELLA RELAZIONE VELOCITÀ - DISTANZA DI GARA NEI FONDISTI

Marco Ranucci, *Centro di Medicina Sportiva Medisport*

Giuseppe Miserochi, *Direttore della Scuola di Specializzazione in Medicina dello Sport,
Università di Milano*

Introduzione

In precedenti ricerche è stato evidenziato che il calo di velocità con l'aumentare della distanza di gara rappresenta un fenomeno fortemente individualizzato (2,3) correlabile ad alcuni parametri biotipologici (composizione muscolare) e funzionali (soglia anaerobica) (4). Il trattamento matematico delle funzioni velocità-distanza di gara ha consentito di sviluppare un modello che risulta molto utile nel definire precocemente le caratteristiche atletiche individuali e predirne l'evoluzione nel corso degli anni. Nella presente analisi ci proponiamo di trattare più approfonditamente la relazione velocità-distanza gara nei fondisti, categoria in forte espansione includente atleti che competono su uno spettro di distanze molto ampio.

Scopo del lavoro è di giungere ad un modello matematico di larga applicazione tra fondisti di diverso valore atletico

che consenta di valutare le equivalenze prestantive sulle varie distanze: ciò risulta di evidente interesse sia nel valutare le potenzialità atletiche sia nella programmazione dell'allenamento.

Metodo

Sono state considerate le migliori prestazioni assolute, ottenute nel corso della carriera su distanze dai 1500 m alla maratona, di atleti raggruppati in cinque gruppi di valore e classificabili, in base ai criteri esposti in un precedente lavoro (2), come fondisti. Ricordiamo brevemente che tale qualifica è attribuibile in modo relativamente preciso dall'analisi dei parametri della funzione matematica che interpola i dati di velocità-distanza di gara. Poiché le prestazioni considerate erano effettivamente le migliori assolute, abbiamo ritenuto che esse oggettivassero nel modo migliore le potenzialità atleti-

che dei fondisti in esame e consentissero, quindi, un trattamento unificato dei dati indipendente dal valore atletico dei soggetti in esame.

Per altri soggetti sono state prese in considerazione le prestazioni ottenute sulla mezza maratona o sulla gara dell'ora in pista e le relative prestazioni sulla maratona ottenute a breve distanza di tempo.

Il trattamento matematico-statistico dei dati è stato effettuato ricorrendo ad un computer che, data una funzione matematica prescelta, cercava, in base ad un programma iterativo, i coefficienti della funzione matematica per i quali il valore del χ -quadrato raggiungesse il valore minimo. Il programma si arrestava automaticamente quando il valore di χ -quadrato ottenuto differiva di meno dell'1% rispetto a quello ottenuto nel run precedente.

Risultati

La fig. 1 illustra i dati di velocità-distanza di gara relativi ai gruppi di atleti studiati. Come si può notare, i dati relativi ad ogni gruppo descrivono funzioni apparentemente parallele e progressivamente spostate verso l'ascissa per decrescente valore atletico.

Il parallelismo delle funzioni è stato in effetti verificato tramite l'analisi della varianza relativa alle variazioni di velocità dei gruppi tra varie distanze di gara (vedi Tabella 1). Questo ci ha consentito di trattare unitariamente il calo di velocità con l'aumentare della distanza di gara. La funzione che meglio descriveva tale andamento era del tipo:

$$1) \Delta V = -1.22447 (D-1.5)^{0.379106}$$

dove ΔV rappresenta il calo di velocità,

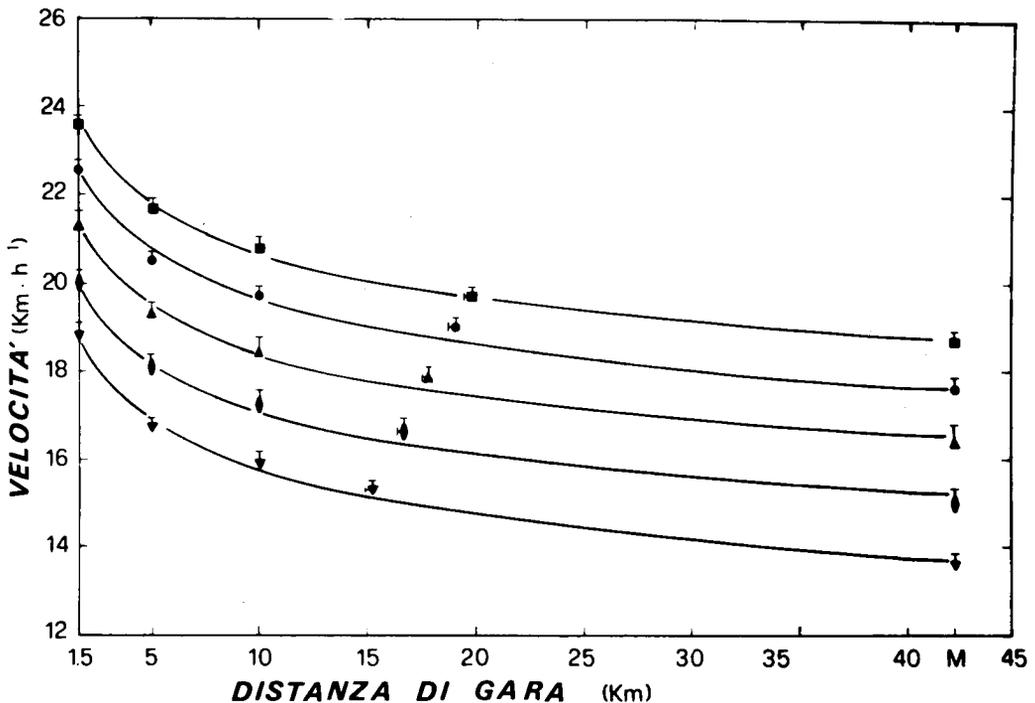


Fig. 1 - Calo di velocità in funzione della distanza di gara rispetto alla gara dei 1000 m in atleti dediti alle prove di fondo, raggruppati in 5 classi di valore. Il parallelismo delle funzioni è stato stimato dall'analisi della varianza (vedi Tabella 1).

espresso in km/h, tra la velocità relativa alla gara dei 1500 m ed una gara di lunghezza D.

La validità del modello matematico è stata verificata analizzando, per un gruppo di atleti di diverso valore, la correlazione tra la performance ottenuta in maratona a quella prevista in via analitica, ricorrendo al modello sulla base di un test precedente su distanza rigorosamente misurata superiore ai 15 km (fig. 2).

Una correlazione altamente significativa è stata anche trovata tra la prestazione sulla maratona e quelle sull'ora in pista e sulla mezza maratona (figure 3 e 4, rispettivamente).

Più recentemente, Conconi e coll. (1), correlando la frequenza cardiaca alla velocità di corsa, hanno introdotto il concetto di «velocità di deflessione» (Vd) intesa come il punto ove la relazione tra i due parametri succitati devia dalla linearità in seguito ad un minor aumento della frequenza cardiaca rispetto all'aumento della velocità di corsa. Gli stessi Autori hanno successivamente correlato Vd con la velocità tenuta sulla maratona, sulla gara dell'ora in pista e sui 5000m. Tale approccio consentirebbe quindi di definire le equivalenze prestative, almeno per certe gare, previa misurazione di Vd. D'altra parte, il margine di errore nella predizione prestativa in base alla deter-

minazione di Vd sembra essere piuttosto ampio e sicuramente superiore all'errore minimo tollerato che deve essere, ai fini di una validità a livello pratico, non superiore all'1%.

Due sono le possibili ragioni dell'errore legato ad una predizione prestativa sulla base di Vd. Da un lato, Vd non viene determinata con un metodo analitico ma empiricamente sulla base di un giudizio soggettivo: è evidente, quindi, che l'errore nella determinazione di Vd si riflette anche sulla stima delle equivalenze prestative. Inoltre, Vd, essendo determinata sulla base della frequenza cardiaca, essenzialmente riflette la risposta del sistema cardiocircolatorio all'aumento del carico lavorativo, senza necessariamente coincidere con la "soglia anaerobica" metabolica stimata dalla relazione ventilazione-consumo di ossigeno. Quest'ultima, in ogni caso, corrisponde ad un brusco aumento della concentrazione dei lattati nel sangue e riflette l'integrazione tra un fattore centrale (legato alla risposta cardiovascolare) ed uno periferico (legato alla tipologia muscolare). Una dissociazione tra Vd e soglia anaerobica, stimata dai parametri ventilatori, necessariamente esiste data la variabilità del relativo contributo tra il fattore centrale e quello periferico. L'esempio più conclamato di tale dissociazione si manifesta nei mezzofondisti, individui tipicamente dotati di un cuore molto grande (per unità

Tabella 1 - Analisi della varianza relativamente al calo di velocità riscontrato nei cinque gruppi (il numero più basso indica il livello atletico più elevato) nel passare dalla gara dei 1500 m., rispettivamente ai 5000 m., ai 10000 m. e alla maratona.

GRUPPI	N	VELOCITÀ (km/h)		
		5-1.5	10-1.5	42.195-1.5
1	8	-1.93 + .06	-2.83 + .07	-4.84 + .13
2	8	-2.01 + .16	-2.82 + .21	-4.93 + .3
3	8	-2.06 + .14	-2.95 + .15	-4.96 + .16
4	8	-1.91 + .11	-2.72 + .12	-4.95 + .13
5	8	-2.1 + .08	-2.92 + .12	-5.2 + .14
F (4.35)		1.9	1.37	2.25

F 0.05

2.64

43

di peso corporeo) e di muscolatura a prevalente componente rapida. In questi soggetti si è riscontrato un valore molto elevato di V_d a fronte di un basso valore di soglia anaerobica. Queste considerazioni suggeriscono prudenza nell'interpretazione funzionale da attribuire a V_d sia sul piano della valutazione delle attitudini individuali per una determinata specialità sia a fini predittivi.

Il presente modello propone un metodo analitico nuovo e più diretto di valutazione funzionale prestativa la cui unica base di partenza è rappresentata da un test su distanza rigorosamente misurata e quindi da una stima diretta del valore dell'individuo.

Discussione

In precedenti ricerche (2,3) abbiamo sviluppato un metodo analitico che, sulla

base delle prestazioni sulle varie distanze, consente di definire l'attitudine atletica individuale verso una determinata gara. In questa ricerca proponiamo un modello matematico di valutazione funzionale specificamente per coloro che possono essere annoverati tra i fondisti. Come chiaramente indicato dalla fig. 1, il calo assoluto di velocità nel passare dai 1500 m alla maratona è indipendente dal valore atletico, quest'ultimo essendo semplicemente espresso dal valore dell'intercetta sull'asse Y: maggiore è il valore dell'intercetta, e quindi anche la velocità sui 1500 m, più elevato è il livello atletico. Nella presente analisi abbiamo appunto considerato come "intercetta funzionale" sull'ordinata proprio la velocità sui 1500 m. Ciò potrebbe sembrare paradossale trattandosi di fondisti, ma non lo è se si pensa che ottimi fondisti si cimentano con successo, soprattutto in età giovanile, nell'ambito del mezzofon-

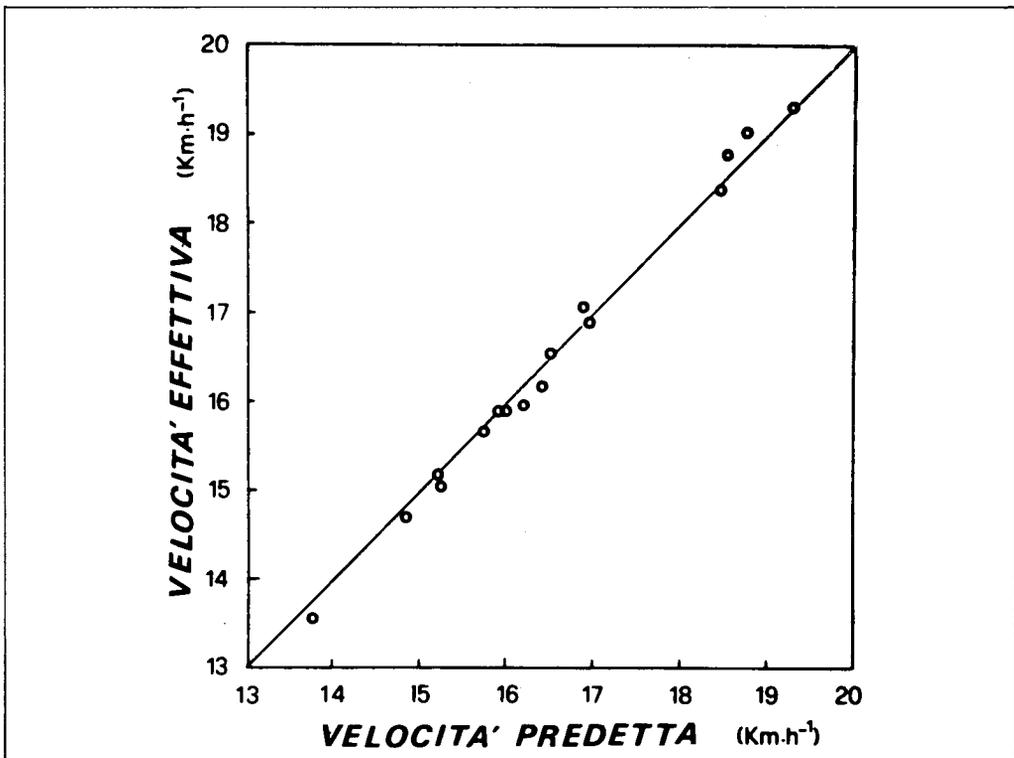


Fig. 2 - Correlazione tra performance ottenuta in maratona e performance predetta in base al modello matematico considerato il risultato di un test su distanza variabile tra i 15 km e la mezza maratona.

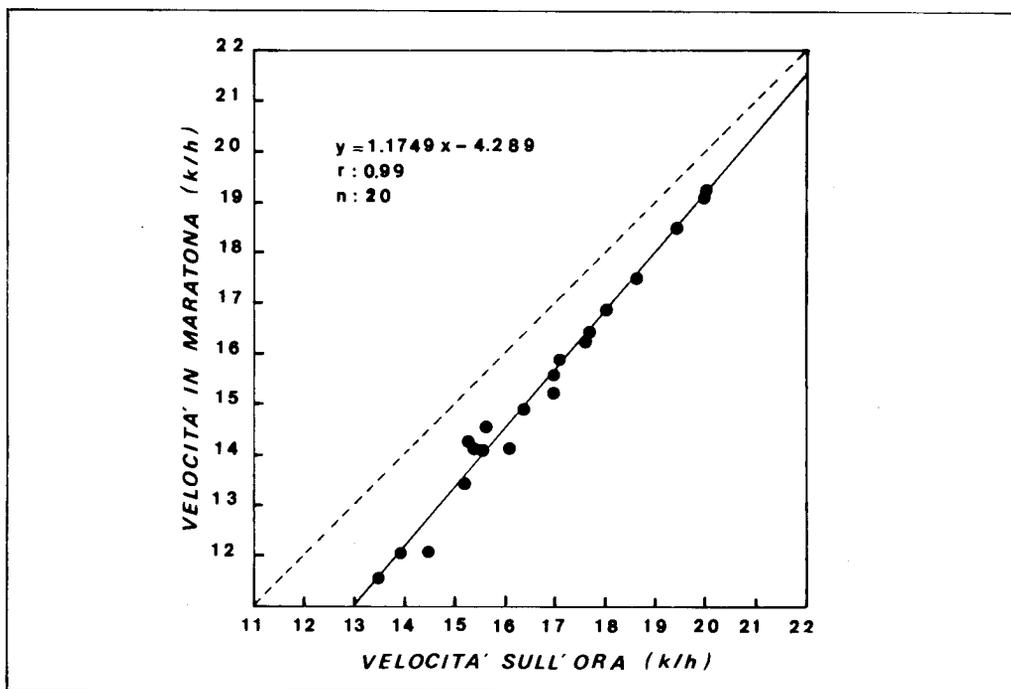


Fig. 3 - Correlazione tra velocità in maratona e velocità tenuta nella gara dell'ora in pista.

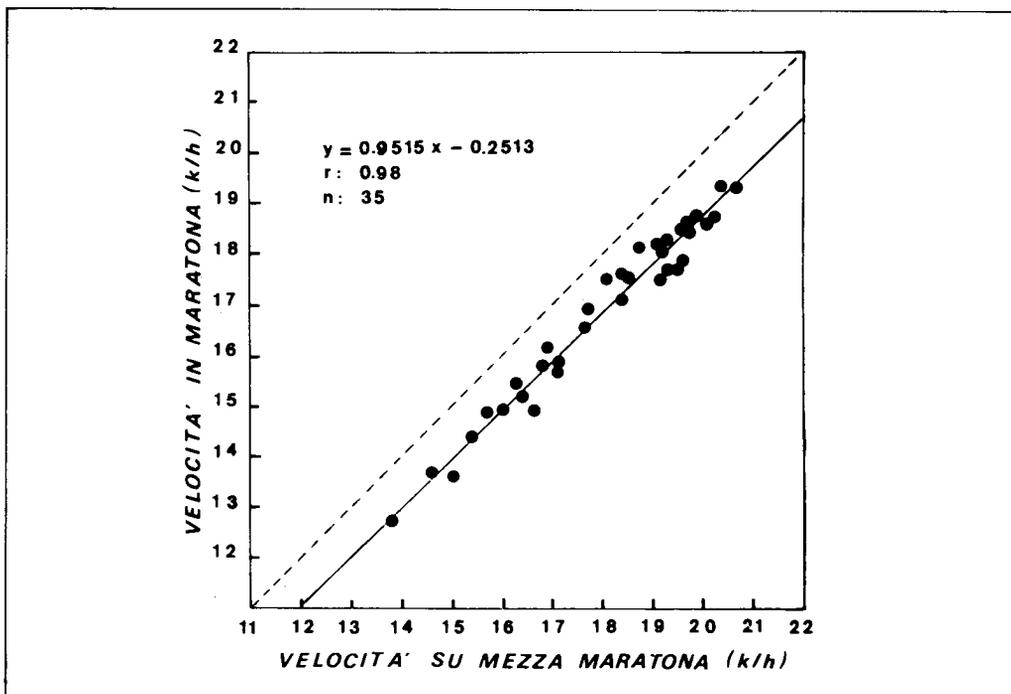


Fig. 4 - Correlazione tra velocità in maratona e velocità tenuta sulla mezza maratona.

do. A questo riguardo è opportuno chiarire che una buona prestazione su una distanza breve (tipicamente sui 800 o 1500m) in età giovanile non significa necessariamente predisposizione per il mezzofondo. Infatti, come già ampiamente discusso, la predisposizione per una determinata gara non è definita dalla prestazione in sé ma dalla relazione velocità-distanza di gara (2). Quest'ultima, riflettendo le caratteristiche biotipologiche individuali, è già definita molto precocemente e si modifica di poco nel corso della carriera atletica (3). Ne deriva che, nell'ambito dei fondisti, un'ottima prestazione conseguita nel mezzofondo in età giovanile consente di ipotizzare con concreta precisione un ottimo potenziale su distanze più lunghe.

L'utilità dell'equazione 1) consiste nel fatto che basta una sola prestazione di riferimento per definire le equivalenze prestative sulle varie distanze. Infatti, la velocità su una determinata gara è generalmente data da:

$$2) \quad V = A + \Delta V$$

dove A, che rappresenta la velocità sui 1500m, è calcolabile come:

$$3) \quad A = V_{\text{test}} - \Delta V_{\text{test}}$$

essendo V_{test} la velocità su una gara test e ΔV_{test} la soluzione dell'equazione 1) per la distanza di gara test.

Conoscendo A, l'equivalenza prestati-

va (V_x) su una gara di distanza x è quindi facilmente calcolabile come:

$$4) \quad V_x = A + \Delta V_x$$

dove ΔV_x è la soluzione dell'equazione 1) per un valore $D=x$.

Il presente modello è più valido sul piano pratico applicativo rispetto a quello proposto da Rumball e Coleman (6). Questi Autori, infatti, pur trattando analiticamente la curva velocità-distanza di gara, individualizzandola per ogni singolo atleta, non sono stati in grado di conferire un significato pratico applicativo ai coefficienti del modello matematico adottato. Questo specifico punto è stato successivamente affrontato da Riegel (5) il quale ha sviluppato un modello assumendo che atleti di differente valore tengono, sulle varie distanze di gara, velocità che rappresentano una percentuale fissa rispetto alle migliori prestazioni mondiali sulle stesse distanze. In base a questo approccio, un atleta, dopo aver identificato il proprio valore in base ad una prestazione di riferimento, può risalire alle equivalenze prestative sulle varie distanze.

L'intrinseca debolezza di questo approccio dipende proprio dall'assunzione di partenza, la quale implica che la perdita assoluta di velocità legata all'aumento della distanza di gara è tanto maggiore quanto maggiore è il livello atletico. I dati della fig. 1 rivelano che detta assunzione è errata.

Indirizzo degli Autori:

*Prof. Dr. G. Miserocchi
Istituto di Fisiologia Umana I
Via Mangiagalli, 32
20133 Milano*

Bibliografia

1. Conconi, F. e coll.: "Determination of the anaerobic threshold by a non invasive field test in runners". J. Appl. Physiol. 52:869-873, 1982.
2. Ranucci, M. e Miserocchi G.: "La relazione velocità-distanza di gara nel mezzofondo breve e prolungato: un modello di studio applicato". *Atleticastudi*, 6, 1985
3. Ranucci, M. e Miserocchi G.: "Modificazioni indotte dall'allenamento sulla relazione velocità-distanza di gara". *Atleticastudi*, 6, 1985.
4. Ranucci, M. e Miserocchi G.: "Significato biologico della relazione velocità-distanza di gara: identificazione della distanza di gara ottimale". *Atleticastudi*, 6, 1985.
5. Riegel, P.S.: "Athletic records and human endurance". *Am. Scientist*. 69:285-290, 1981.
6. Rumball, W.M. e Coleman C.E.: "Analysis of running and the prediction of ultimate performance". *Nature*. 228:184-185, 1970.