

## Un modello per la previsione della prestazione nella gara di maratona in base ad alcuni parametri di allenamento

Giovanni Tanda\*

Viene presentato un modello matematico per il calcolo del probabile tempo in maratona sulla base di alcuni parametri dedotti dagli allenamenti svolti in preparazione della gara. Il modello si basa sull'analisi delle sedute di allenamento in un periodo di osservazione complessivo di otto settimane che precedono la gara.

Come noto [1], la prestazione del corridore di resistenza è principalmente influenzata dalla combinazione di tre parametri fisiologici: il massimo consumo di ossigeno, l'efficienza con cui l'ossigeno viene utilizzato dai muscoli e la concentrazione limite di acido lattico (*lactate threshold*). Questi parametri normalmente richiedono, per la loro rilevazione, l'impiego di strumentazione di laboratorio difficilmente a disposizione degli atleti amatoriali anche se di buon livello.

Tuttavia nel recente passato si è pensato di poter correlare la previsione del tempo in maratona ad una combinazione di parametri fisiologici e indici legati a specifiche sedute di allenamento [2,3]. Nel presente studio viene ipotizzato un legame diretto tra fisiologia dell'atleta di resistenza e le sedute di allenamento svolte in un periodo, sufficientemente esteso, che precede lo svolgimento della gara. Il periodo di osservazione va dalla settimana "meno nove" alla settimana "meno uno", cioè nove settimane ad esclusione della settimana che immediatamente precede la competizione.

Durante le otto settimane di monitoraggio, i parametri ritenuti più correlabili alla prestazione attesa in gara sono il chilometraggio settimanale medio (km/sett) e l'andatura media (sec/km).

Queste due grandezze, facilmente calcolabili sulla base della registrazione dei dati di ogni seduta di allenamento, sono state poi modificate per tener conto dell'impatto sulla preparazione delle sedute di "lungo-lunghissimo" e delle "ripetute" sulle distanze medio-lunghe (da 800m in su).

### Dati necessari per l'applicazione del modello:

Nelle otto settimane di osservazione, l'atleta deve prendere nota, per ogni seduta, dei seguenti valori:

Distanza corsa (inclusi riscaldamento e defaticamento);

Tempo impiegato per coprire la distanza corsa (inclusi riscaldamento e defaticamento, e ovviamente escludendo il tempo destinato al recupero non attivo);

Numero e distanza delle ripetute eventualmente corse, nonché andatura media tenuta nelle ripetute.

### Parametri da calcolare per l'applicazione del modello

**K : chilometraggio settimanale medio (km/sett).** Rappresenta il numero di chilometri mediamente percorsi alla settimana e valutato nell'arco temporale delle otto settimane di osservazione. Il termine K si ottiene sommando le distanze (in km) percorse nelle sedute di allenamento e dividendo per  $n=8$  ( $n$ : numero di settimane di osservazione).

**A : andatura media di allenamento (sec/km).** E' definita come l'andatura media mantenuta nelle otto settimane di allenamento e si ottiene sommando le durate (in min) di tutti i lavori svolti nelle 8 settimane e dividendo il risultato per i chilometri totali percorsi. Per comodità di elaborazione, l'andatura media viene espressa in secondi al chilometro (sec/km) anziché i più usuali minuti al chilometro: quindi occorre moltiplicare per 60 il precedente valore ottenuto in (min/km).

I valori di K ed A rappresentano gli indicatori più importanti per la previsione della prestazione in gara. Tuttavia, per una stima particolarmente accurata, vengono computati altri termini ( $L$ ,  $R$ ,  $A_R$ ) al fine di operare alcune "correzioni" ai parametri K ed A precedentemente calcolati

**L : numero di chilometri percorsi in sedute di corsa prolungata (km).** Per corsa prolungata s'intende un allenamento su distanze superiori a 17 km ("lungo"), a 28 km ("lunghissimo") o superiori a 20 km ma frazionate su due distinti allenamenti giornalieri ("doppio"). Il termine L deriva dalla somma dei chilometri percorsi, nelle 8 settimane, in sedute di lungo, lunghissimo e doppio, utilizzando un coefficiente correttivo pari a 0.98 per il lungo, 1.00 per il lunghissimo e 0.95 per il doppio, questo per tener conto del diverso livello dello sforzo. Ad esempio, se nelle 8 settimane si sono corsi due lunghissimi (di 32 e 30 km), tre lunghi (di 18, 21 e 24 km) e due doppi (di 24 e 28km), si ottiene:

$$L = 1.00 \cdot (32+30) + 0.98 \cdot (18+21+24) + 0.95 \cdot (24 + 28) = 62 + 61.74 + 49.4 = 173.14 \text{ km}$$

**R: numero di km percorsi in sedute di ripetute (km).** Per allenamento con ripetute o ripetizioni si intende una seduta in cui vengono corsi più volte tragitti della medesima distanza. Nel computo di R vengono considerate le ripetizioni da 800m in su, con le seguenti modalità: 800 m, almeno 6 ripetizioni a seduta, 1000 m almeno 5 ripetizioni, 2000m (almeno 3 ripetizioni), 3000m, 4000m, 5000m, etc (almeno 2 ripetizioni). Ad esempio, se nel corso delle 8 settimane sono state svolte le seguenti sedute di ripetute: 10x800m + 10x800m + 7x1000m + 7x1000m + 8x1000m + 3x2000m + 4x2000m + 4x2000m + 3x3000 + 3x3000, si ottiene:  $R = 20 \cdot 0.8 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 2 + 6 \cdot 3 = 78 \text{ km}$ .

**A<sub>R</sub>: andatura media nelle sedute di ripetute (sec/km).** Viene definita come la media tra le singole andature di ripetuta, con un coefficiente correttivo che tiene conto del fatto che la stessa andatura tenuta sui 4000m e sugli 800m è decisamente più allenante nel primo caso.

I coefficienti correttivi sono così stimati: 1.005 per gli 800m, 1.00 per i 1000m, 0.98 per i 2000m, 0.96 per i 3000m, 0.94 per i 4000m e 0.92 dai 5000m in su.

Esempio di calcolo: se nelle 8 settimane si sono corsi complessivamente, come indicato sopra, 22 tratti di 1000m mediamente a 4'/km (240 sec/km), 11 tratti di 2000m a 4'05"/km (245 sec/km), 6 tratti di 3000m a 4'15"/km (255 sec/km) e 20 tratti di 800m a 3'45"/km (225 sec/km), A<sub>R</sub> viene così valutato:

$$R = 20 \cdot 0.8 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 2 + 6 \cdot 3 = 78 \text{ km}$$

$$A_R = [(20 \cdot 0.8 \cdot 225 \cdot 1.005) + (22 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 1.00) + (11 \cdot 2 \cdot 245 \cdot 0.98) + (6 \cdot 3 \cdot 255 \cdot 0.96)] / R$$

da cui A<sub>R</sub> = 238.3 sec/km (circa 3'58"/km)

I cinque parametri K, A, L, R, A<sub>R</sub> vengono combinati per ottenere due sole nuove variabili indipendenti dalle quali far dipendere l'andatura prevista in gara.

### 1) K<sub>C</sub> :chilometraggio settimanale medio compensato (km) dato dalla formula

$$K_C = K + C \cdot (L_0)$$

ove K è il chilometraggio settimanale medio e L<sub>0</sub> = (L/8) rappresenta il totale, in km, degli allenamenti di corsa prolungata, "spalmato" sulle 8 settimane. C è una costante data da

$$C = (L_0/K - 0.3)$$

La formula si applica per valori di L<sub>0</sub>/K compresi tra 0.3 e 0.5, ovvero quando gli allenamenti di corsa prolungata rappresentano tra il 30 ed il 50% dei chilometri totali percorsi (con C che varia tra 0 e 0.2 e K<sub>C</sub> che si incrementa tra lo 0 ed il 10% di K). Se L<sub>0</sub>/K è minore di 0.3, ovvero se si sono fatti relativamente pochi allenamenti di corsa prolungata si pone semplicemente K<sub>C</sub> = K; al contrario, se L<sub>0</sub>/K è maggiore di 0.5, allora si pone direttamente K<sub>C</sub> = 1,1·K (in tale caso, il chilometraggio medio viene artificialmente incrementato del 10% per effetto del potere allenante delle numerose sedute di corsa prolungata).

Esempio di calcolo: se la media settimanale K è di 60 km, e su 8 settimane si sono corsi 173 km di corsa prolungata (L=173 km), si ha: K=60, L<sub>0</sub>=173/8=21.6, L<sub>0</sub>/K=0.36, C=(0.36-0.3) = 0.06, K<sub>C</sub>=60+0.06·21.6=61.3 km.

## 2) $A_C$ : andatura media compensata (sec/km) data dalla formula

$$A_C = A (1 - R_0/K) + A_R R_0/K$$

ove  $R_0 = (R/8)$  è la distanza totale in km, percorsa in allenamenti su distanze ripetute, “spalmato” sulle 8 settimane e quindi  $R_0/K$  indica la percentuale chilometrica svolta su distanze ripetute nella settimana media.  $A_C$  è una sorta di media “pesata” delle andature  $A$  (media generale) e  $A_R$  (andatura media in ripetuta):  $A_C$  tiene conto che, per l’effetto allenante della corsa con ripetizioni, il parametro prestazionale  $A$  si adegua a favore dell’atleta (come se quest’ultimo avesse corso “più velocemente” durante tutta la preparazione). Tuttavia, se  $R_0/K$  è minore di 0.05 (ovvero le corse ripetute sono meno del 5% del lavoro totale), si può assumere direttamente  $A_C=A$  (senza correzioni). Allo stesso modo se  $R_0/K$  è maggiore di 0.2 (ripetute che superano il 20% del lavoro), nella formula si utilizza comunque  $R_0/K=0.2$  e non oltre, ovvero se  $R_0/K>0.2$ , si ottiene  $A_C = 0.8 A + 0.2 A_R$ .

Esempio di calcolo: si considerino, su 8 settimane, 78 km corsi in ripetuta alla media di circa 3’58”/km (238.3 sec/km), come calcolato precedentemente. Ipotizzando  $K=60$  km e  $A = 4’50”/km$  (290 sec/km), si ottiene:  $R_0=9.75$ ,  $R_0/K=0.163$ ,  $A_C = 290 \cdot (1-0.163) + 238.3 \cdot 0.163 = 281.6$  sec/km = 4’42”/km (ossia la media “compensata” si è abbassata di 8 sec/km come “riconoscimento” maturato grazie alle numerose ripetute veloci).

La formula che fornisce l’andatura  $A_M$  (in sec/km) prevista in maratona, in funzione dei parametri di allenamento  $K_c$  ed  $A_c$ , è la seguente:

$$A_M \text{ (sec/km)} = 72.9 + 105.8 \exp[-0.0191 K_c \text{ (km/sett)}] + 0.60 A_c \text{ (sec/km)}$$

$A_M$  dovrebbe quindi essere l’andatura che l’atleta è in grado di mantenere per tutta la durata della gara. Il tempo previsto di gara MPT (in min) si ottiene dall’espressione:

$$MPT \text{ (min)} = 42.195 A_M / 60$$

Per coloro che non avessero confidenza con la funzione  $\exp$  (esponenziale), è possibile usare il grafico di figura. Si entra nel grafico con il valore calcolato di  $K_c$  (km/sett) in ascissa e si legge il valore di  $A_M^*$  (sec/km) in ordinata. A tale valore si aggiunge il prodotto tra 0.6 e  $A_c$ .

Esempio di calcolo:

Dati di ingresso  $K_c=52$  km/sett,  $A_c= 300$  sec/km. Per  $K_c=52$  km/sett il grafico fornisce  $A_M^* = 112$  sec/km, cui si aggiunge  $0.6 \times 300$ , ovvero 180 sec/km: totale  $A_M = 292$  sec/km, cui corrisponde  $MPT = 205.3$  min, ossia 3h, 25min, 20sec come previsione del tempo in gara.

La struttura della correlazione è basata sui dati di un campione di atleti ancora limitato (11 atleti per un totale di 32 maratone svolte) ed è caratterizzata da un errore quadratico medio di soli 2min,50sec per MPT compresi tra 2h,47 min e 3h,36min.

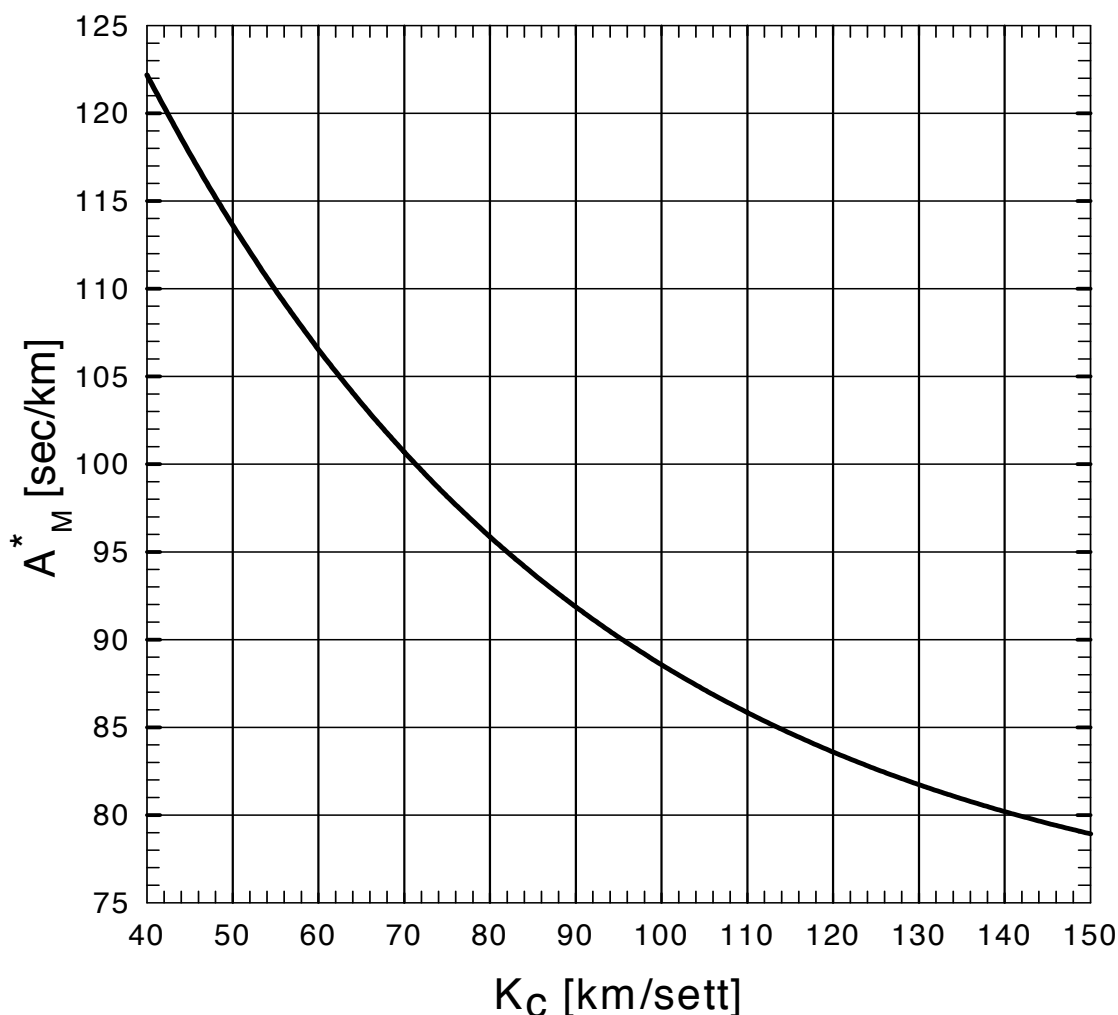
La disponibilità di ulteriori dati di allenamento potrà consentire all’autore di estendere l’eventuale campo di validità della correlazione e di apportarne eventuali correzioni ai coefficienti qualora vi fossero ulteriori margini di miglioramento dell’errore quadratico medio.

Si fa inoltre presente che gli atleti che hanno fornito il *database* su cui la correlazione è stata strutturata hanno condotto una preparazione specifica ben più estesa delle otto settimane di osservazione ed hanno tutti corso almeno una seduta di lunghissimo (tipicamente da 28 a 36 km) a tre-quattro settimane di distanza dalla gara.

La correlazione si applica ad atleti senza distinzione di sesso ed età; l’accuratezza risulta maggiore per soggetti con indice di massa corporea BMI (rapporto tra peso in kg ed altezza, in m, al quadrato) inferiore a 23 kg/m<sup>2</sup>.

Ovviamente il modello non suggerisce metodiche di allenamento, ma si limita a valutare la prestazione sulla base del lavoro svolto in un arco temporale significativo. E ovviamente il tempo MPT previsto fa riferimento ad una gara senza significative variazioni altimetriche o condizioni climatiche estreme e corsa in buone condizioni di salute.

Per ulteriori informazioni e chiarimenti si rimanda alla memoria [4] o è possibile contattare direttamente l'autore all'indirizzo: [giovanni.tanda@unige.it](mailto:giovanni.tanda@unige.it)



### Bibliografia

- [1] M.J.Joyner, E.F.Coyle, Endurance exercise performance: the physiology of champions. Journal of Physiology, Vol.586, No.1, pp.35-44, 2008.
- [2] R.D.Hagan, M.G. Smith, L.R. Gettman, Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices. Med Sci Sports Ex., Vol.13, pp.185-189. 1981
- [3] V.L. Billat, A. Demarle, J. Slawinski, M.Paiva, J.-P. Koralsztein, Physical and training characteristics of top-class marathon runners. Med Sci Sports Ex., Vol. 33. pp. 2089-2097, 2001.
- [4] G.Tanda, Un modello per la previsione della prestazione nella gara di maratona in base ad alcuni parametri di allenamento, Scientific and Applied Technical Notes (ISSN 1974-8493) Vol. 1, pp. 1-12. 2009.