

# Fattori limitanti l'allenamento tecnico e condizionale nella marcia del terzo millennio

Antonio La Torre\*, Franco M. Impellizzeri\*\*

\* *Tecnico collaboratore settore marcia FIDAL*

\*\* *Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di Milano*

## Fattori limitanti e determinanti fisiologiche

Secondo di Prampero (1985), la velocità massima ( $V_{\max}$ ) che un atleta riesce a mantenere su una certa distanza di gara, dipende dalle caratteristiche aerobiche del soggetto [ $VO_{2\max}$  o frazione di esso utilizzabile (F)] e dal costo energetico per lo specifico tipo di locomozione (C) secondo la formula:

$$V_{\max} = F \cdot VO_{2\max} \cdot C^{-1}$$

Il  $VO_{2\max}$  è ritenuto discriminante solo in gruppi di atleti di resistenza eterogenei (Costill et al., 1973) e viene, quindi, considerato più un pre-requisito che un parametro in grado di

spiegare le differenze di prestazione in gruppi di atleti omogenei. I parametri submassimali come le soglie, invece, sembrano essere in grado di discriminare anche atleti dello stesso livello (Coyle, 1991). Hagberg e Coyle nel 1983 mostrarono in un gruppo di marciatori di medio livello che i parametri submassimali come velocità e consumo alla soglia lattacida fossero correlati alla 20 km di marcia ( $r=0.94$  e  $r=0.82$ ;  $P<0.05$ ). Considerando, tuttavia, i migliori tre soggetti della loro ricerca con un consumo alla soglia simile, questi autori fecero notare che uno degli atleti (quello più forte) riusciva a marciare a quel consumo  $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  (11%) più veloce, sottolineando l'importanza dell'economia quale discriminan-

te della performance. I soggetti di Hagberg & Coyle (1983), tuttavia, erano atleti di medio-basso livello (tempo sulla 20 km di  $112 \pm 6$  min). Recentemente, in modo simile, dividendo un gruppo di marciatori (8 donne e 10 maschi) di più alto livello (tempo sulla 20 km di  $86.8 \pm 4.7$  min per i maschi e sulla 10 km di  $48.2 \pm 3.8$  min per le donne, ottenuti nei due mesi successivi i test in laboratorio) in due sottogruppi (sopra e sotto il tempo di gara medio), abbiamo evidenziato come i migliori marciatori fossero caratterizzati da una migliore economia (Impellizzeri et al., 2002) (vedi figura 1), pur non mostrando differenze nel consumo e velocità alle diverse soglie lattacide (LT,  $LT_{2\text{mmol}}$  e OBLA).

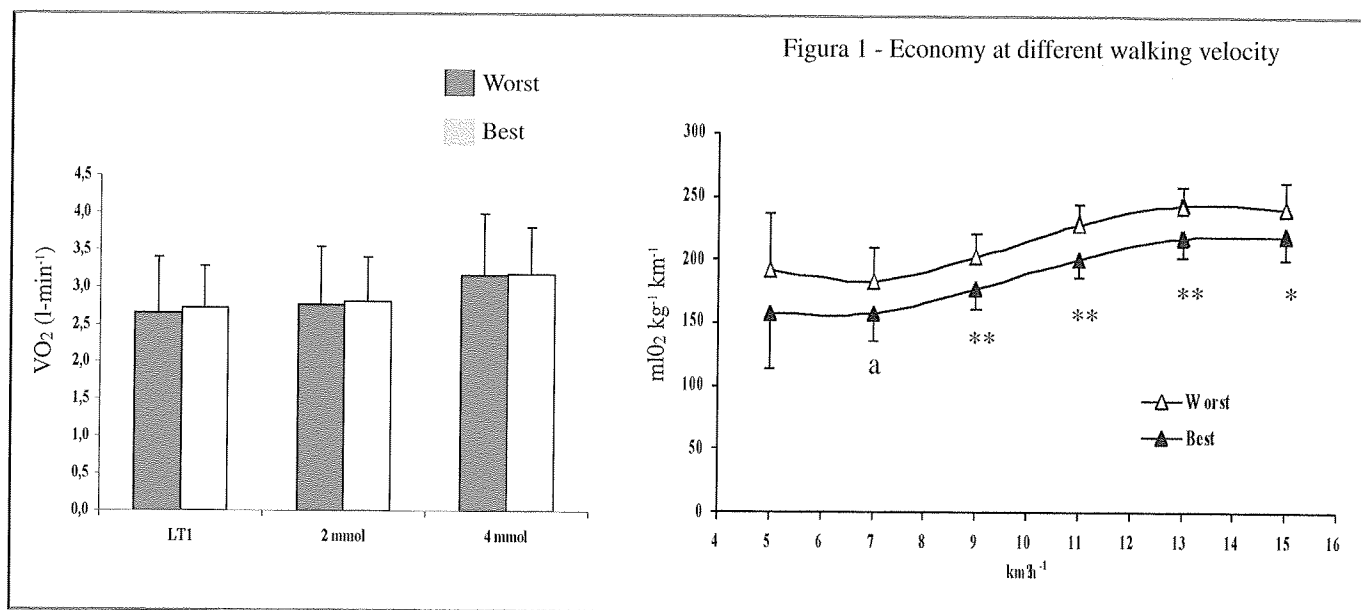
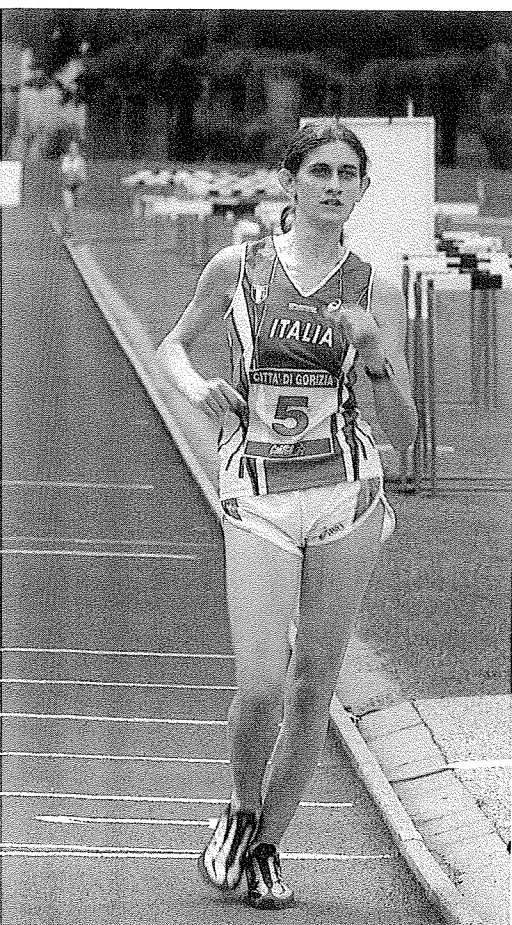


Grafico 1 e 2 - \*,  $P < 0.05$ ; \*\*,  $P < 0.01$ ; a,  $p = 0.06$  (ANOVA e Bonferroni).



Con un confronto simile a quello effettuato da Hagberg & Coyle (1983), prendendo due dei soggetti della sperimentazione con  $VO_{2max}$  simile ma appartenenti ai due diversi gruppi, abbiamo evidenziato come l'atleta del gruppo dei "migliori", a  $13 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  marciasse all'81% del  $VO_{2max}$  mentre quello appartenente all'altro gruppo fosse, alla stessa velocità, all'87% del  $VO_{2max}$  ovvero ad una intensità relativa più alta.

### Allenamento tecnico e condizionale

Come evidenziato dalla formula di di Prampero (1985), la velocità tenuta in gara è inversamente proporzionale al costo energetico. Spendere poco mentre si marcia a una certa velocità è senza dubbio un grosso vantaggio. Uno degli obiettivi da ricercare insistentemente attraverso l'allenamento è quello di ottenere un miglioramento della tecnica ese-

cutiva. Sebbene non esistano ricerche che mostrino come un miglioramento tecnico possa portare un miglioramento dell'economia, è verosimile supporre che in una disciplina tecnica come la marcia una buona esecuzione possa contribuire ad ottimizzare il costo energetico del gesto. Nell'indicare i fattori limitanti la prestazione nelle gare di marcia non si può, infatti, prescindere dalla caratterizzazione fortemente TECNICA della specialità, per di più regolata dall'osservanza di due fondamentali requisiti normativi:

- A. il ginocchio dell'arto avanzante deve essere "bloccato" sin dal primo contatto con il suolo e rimanerci almeno sino al passaggio del corpo dell'atleta sulla proiezione al suolo del centro di gravità
- B. nella fase di doppio appoggio non è ammessa la "sospensio-

ne” (visibile all’occhio umano, quello dei giudici) cioè delle fasi di volo che invece caratterizzano altre discipline cicliche dell’atletica leggera.

Sebbene alcuni studi abbiano dimostrato dei peggioramenti dell’economia di marcia in risposta acuta a delle alterazioni di alcuni elementi come frequenza e lunghezza (Morgan et al., 1986), occorre sottolineare che proprio partendo da queste ricerche è consigliabile un intervento tecnico graduale e che parta fuori stagione lontano dalle competizioni in modo da “abituare” l’atleta ad una nuova gestualità ed evitando cambiamenti a ridosso delle competizioni che possono portare ad un peggioramento del costo e, quindi, della competizione.

A nostro parere la ricerca costante sul campo di soluzioni tecniche che portino ad una riduzione del costo energetico è uno dei passaggi obbligati per ulteriori miglioramenti prestativi nelle distanze olimpiche della marcia agonistica.

Inoltre va ricordato che nel momento agonistico una giuria valuta se il procedere dell’atleta è conforme alla regola 230 del regolamento internazionale.

Si pensi, dunque, al condizionamento negativo esercitato sull’atleta da un gesto tecnico “precario”. Come si può competere al meglio delle proprie potenzialità se si teme in ogni momento di poter essere squalificati? Come può l’atleta continuare a sostenere volumi considerevoli di allenamento se poi tutto può essere compromesso da un gesto tecnico non corretto?

$$V_{\max} = F * VO_{2\max} * C^{-1}$$

(di Prampero 1985)

↓  
V inversamente proporzionale al costo energetico

↓  
Spendere meno mentre si marcia è un vantaggio

↓  
Una buona tecnica di marcia migliora il rendimento  
(non è quindi un fatto estetico)

### L’evoluzione delle prestazioni - L’evoluzione del training

Nel corso del 2002 sono state realizzate le migliori prestazioni mondiali (MPM) sulle distanze della 20 km e della 50 km uomini dagli atleti F. Fernandez (1:17:22) e da R. Korzeniowski (3:36:39).

L’aspetto che più colpisce è che non migliorano solo le MPM che potrebbero essere attribuite al particolare talento di questo o quell’atle-

ta, bensì come ben evidenziato dai grafici 2(M) e 3(F), anche le medie dei primi 25 atleti del ranking mondiale. Ancor più marcati sono i miglioramenti delle marciatrici spiegabili non solo come recupero di un ritardo dovuto più ad aspetti extra-atletici ma anche perché le marciatrici hanno dimostrato una grande capacità di adattamento sia alle nuove distanze (20 km) che ai carichi di lavoro (quasi pari a quelle dei loro colleghi marciatori).

Tabella 1 - L’evoluzione delle prestazioni nella 20 e nella 50 Km

| Distanza | Atleta                   | Tempo    | V km*h <sup>-1</sup> |
|----------|--------------------------|----------|----------------------|
| 20 km    | F. Fernandez<br>(Spa)    | 1h 17:22 | 15.50                |
| 50 km    | R. Korzeniowski<br>(Pol) | 3h 36:39 | 13.85                |

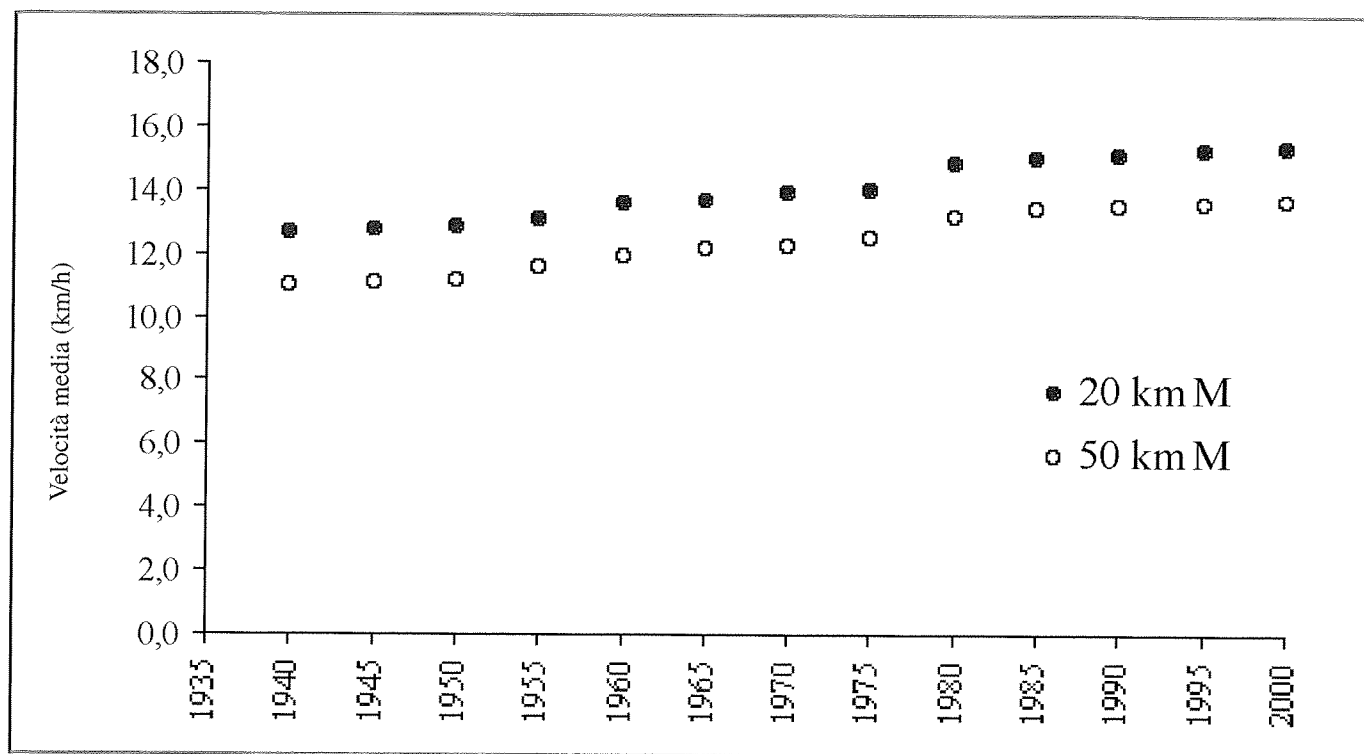


Grafico 3 - Andamento dei 25 migliori tempi mondiali nei diversi anni dal 1940 al 2000 (Uomini).

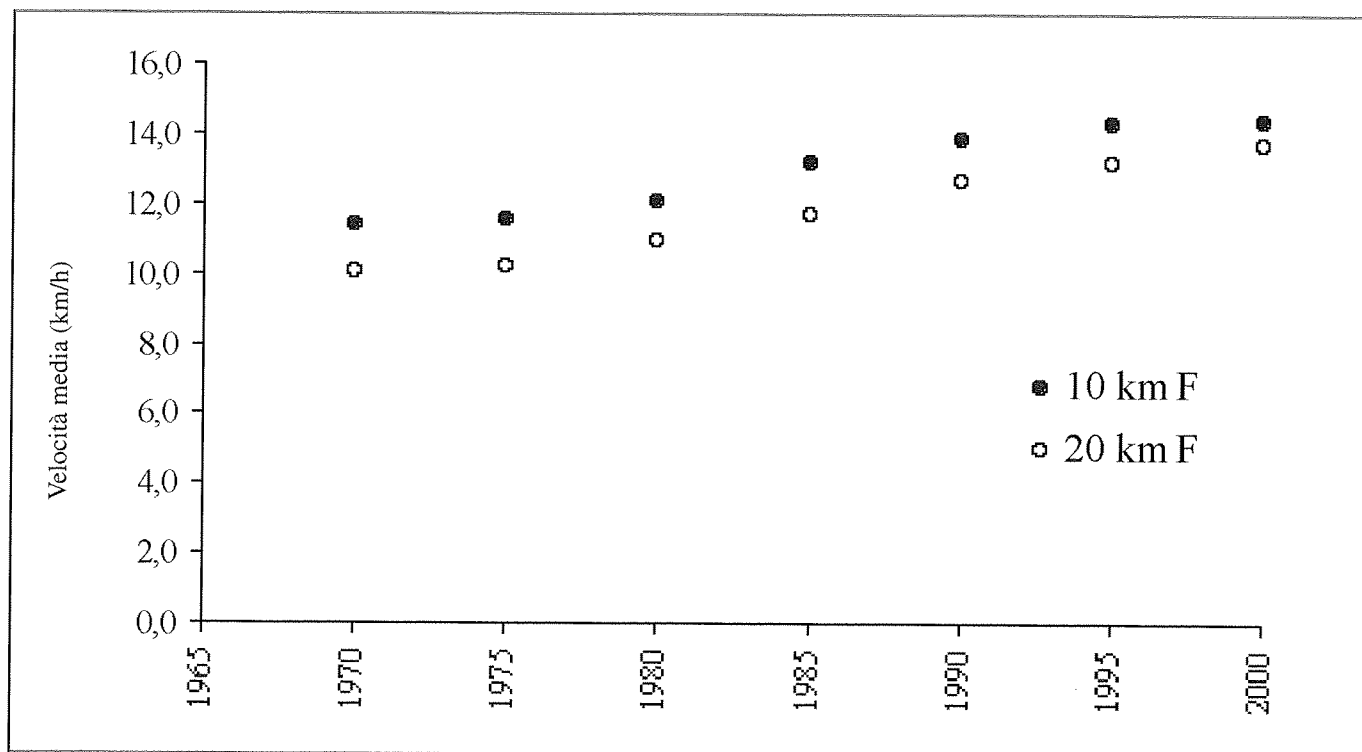


Grafico 4 - Andamento dei 25 migliori tempi mondiali nei diversi anni dal 1940 al 2000 (Donne).

## Quali nuovi temi dell'allenamento

L'evoluzione delle prestazioni medie nel gruppo di élite dei marciatori/marciatrici impongono riflessioni urgenti sul tema della POTENZA AEROBICA, ribadendo la convinzione che la marcia è disciplina AEROBICA per eccellenza nella quale, quindi, una base forte di resistenza è imprescindibile. Il vero dilemma riguarda il tema della potenza aerobica, come e con quali mezzi allenarla, quando e come inter-

porla tra i diversi mezzi di allenamento del marciatore.

Per meglio comprendere il problema è utile riferirsi alla tabella 1 e 2, nella quale sono raccolte le MPM in pista nelle distanze dai 3 ai 50 km per gli uomini e dai 3 ai 20 km per le donne.

Plottando su un grafico le velocità medie che si tengono sulle diverse distanze emerge un elemento interessante che, sebbene da verificare ulteriormente con studi scientifici, sembra suggerire che i fattori limitanti possano risiedere sia in com-

ponenti fisiologiche sia tecniche (vedi grafico 4). Se si fa la stessa cosa con i dati di corsa (dai 3.000 m alla maratona) la curva risulta ben descritta da una logaritmica (grafico 5). Per la marcia, invece, la velocità corrispondente alla 50 km sembra essere più bassa di quella prevista seguendo l'andamento della curva logaritmica passante per i punti corrispondenti a distanze che vanno dai 3.000 m alla 20 km (cerchi neri). Sembrerebbe, in pratica, che la caduta di velocità nella 50 km (cerchio bianco nel grafico 3) sia più marcata rispetto a quella aspettata. Il motivo di ciò, per quanto speculativo, potrebbe essere ricercato in limitazioni di origine fisiologica (substrati, termoregolazione, etc.) (Arcelli et. al, 1999) o in interazioni tra questi fattori e la tecnica, come il peggioramento del gesto e, quindi, del costo energetico causato dalla fatica (Brisswalter, 1995). Quest'ultima considerazione nasce dal fatto che non evidenziandosi questa rilevante caduta di velocità media nella maratona, le cause possono essere ricercate in fattori peculiari della marcia come la maggior durata e distanza, oppure la tecnica. Inoltre merita ulteriori studi ed approfondimenti il tema del calo di velocità nella parte finale della 50km, per capire se siano solo aspetti di tipo energetico-(metabolico) a limitare la prestazione dell'atleta o quanto ad esempio, la fatica causi un peggioramento marcato di aspetti neuromuscolari, più strettamente legati all'effettuazione del gesto tecnico corretto e biomeccanicamente efficace.

Tabella 2 - Uomini

| Distanza | Tempo (h:min:s) | Velocità (min:s al km) | Velocità (km·h <sup>-1</sup> ) |
|----------|-----------------|------------------------|--------------------------------|
| km 3     | 10:47           | 3:36                   | 16.69                          |
| km 5     | 18:17           | 3:39                   | 16.40                          |
| km 10    | 38:02           | 3:48                   | 15.79                          |
| km 20    | 1:17:25         | 3:52                   | 15.50                          |
| km 50    | 3:40:57         | 4:25                   | 13.69                          |

Tabella 3 - Donne

| Distanza | Tempo (h:min:s) | Velocità (min:s al km) | Velocità (km·h <sup>-1</sup> ) |
|----------|-----------------|------------------------|--------------------------------|
| km 3     | 11:48           | 3:56                   | 15:26                          |
| km 5     | 20:17           | 4:04                   | 14:79                          |
| km 10    | 41:04           | 4:06                   | 14:61                          |
| km 20    | 1:26:52         | 4:20                   | 13:80                          |

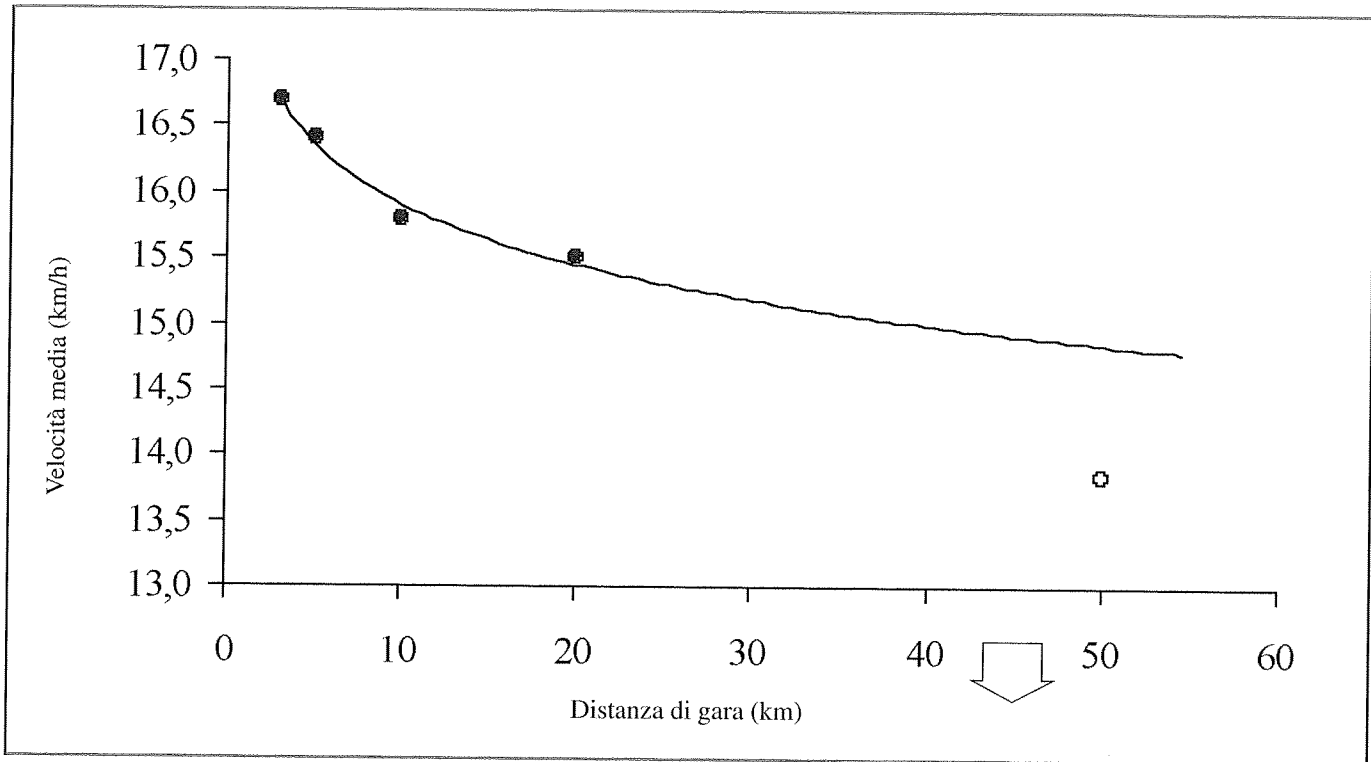


Grafico 5 - Caduta di velocità media alle diverse distanze di gara (marcia) determinato con i migliori tempi mondiali.

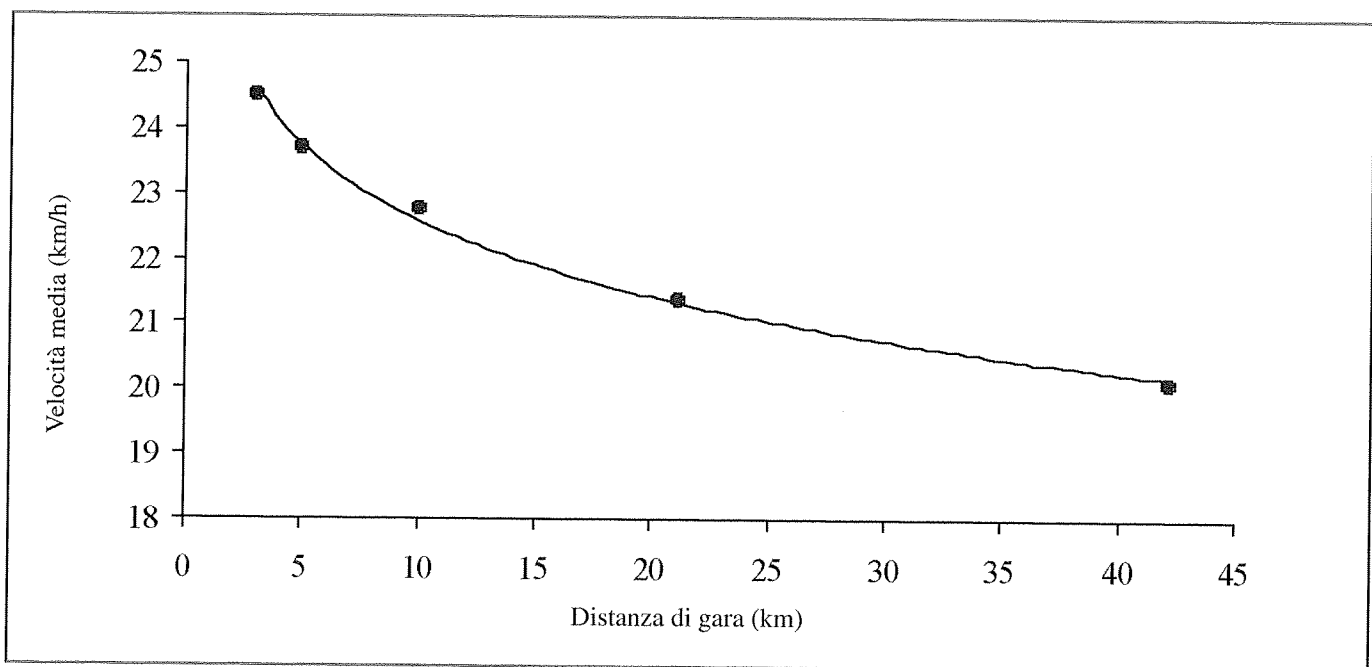


Grafico 6 - Caduta di velocità media alle diverse distanze di gara (corsa) determinato con i migliori tempi mondiali.

Analizzando l'evoluzione delle prestazioni sulla distanza della 20 km maschile si evidenziano un sempre maggior numero di atleti capaci di prestazioni al di sotto del "muro" di 1h20 ( $15\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ; 4min al km). In tutte le grandi competizioni internazionali è sempre più numeroso il gruppo di atleti che permane nel gruppo di testa sino al 15° km.

Negli ultimi 10 anni si sono imposti atleti capaci di produrre negli ultimi 5 km della competizione un'accelerazione dai  $15\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  ai  $15.7\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Per poterlo fare occorre prevedere razionalmente nel training il dovuto spazio allo sviluppo della potenza aerobica. Hanno relativamente secondaria importanza i tassi di accumulo di acido lattico nell'effettuare questi lavori. L'acido lattico è una conseguenza, il vero obiettivo è andare a stimolare attraverso determinate intensità meccanismi che si rivelano determinanti durante le competizioni. Il vero problema resta l'equilibrio complessivo del training, come e in quanto tempo si "recuperano" i lavori definiti di Potenza Aerobica. Ma se si studia l'evoluzione prestativa anche della 50 km questa convinzione si rafforza. Non è un caso che il vincitore della 20 km a SYDNEY (Olympic Games 2000) sia anche il vincitore della 50 km.

## Allenamento della Potenza Aerobica

*Nei punti che seguono sono indicati alcuni mezzi di allenamento della Potenza Aerobica:*

- Ritmo gara in progressione
- Ritmo gara con variazioni
- Ripetute brevi- medie-lunghe
- Corto veloce in salita

- Salita con ripetute lunghe
- Salita con ripetute brevi

**Potenza aerobica per un atleta del valore di 1 h e 18' sulla 20 km ( $15.38\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )**

Tabella 4 - Esempi applicativi di allenamento della potenza aerobica per atleti di alto livello

| Mezzo                        | Ritmo in % VG                 | Esempio        | Tempo                |
|------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------------|
| Fondo veloce pm              | 95% ritmo gara                | 10 km          | 40'50"-41'00"        |
| Rip corte-pm                 | 103% ritmo gara               | 15*1000 m      | 3'50"/km-r: 2'00     |
| Fondo veloce in progressione | Da 95% a 100%<br>ritmo gara   | 12 km 3+       | 12'21" (4'07/km)     |
|                              |                               | 3+             | 12'12" (4'03/km)     |
|                              |                               | 3+             | 12'00" (4'00/km)     |
|                              |                               | 3              | 11'45" (3'55/km)     |
| Variazioni lunghe/medie      | Dal 90% al 102%<br>ritmo gara | 5 km + 1km rec | 21'00 (4'10/km)+4'30 |
|                              |                               | 4 km + 1km rec | 16'30 (4'07/km)+4'30 |
|                              |                               | 3 km + 1km rec | 12'06 (4'02/km)+4'30 |
|                              |                               | 2 km + 1km rec | 7'50 (3'55 /km)+4'30 |
|                              |                               | 1 km           | 3'48                 |
| Prove ripetute brevi/medie   | 105%                          | 10*1000 m      | 3'40" rec 3'         |
|                              | 103%                          | 5*2000 m       | 7'30" (3'45/km) r 4' |
|                              | 100%                          | 4*3000 m       | 11'45" (3'55/km)r 5' |

## La distribuzione dello sforzo

Analizzando le diverse competizioni internazionali ci preme richiamare l'attenzione sul tema della distribuzione ritmica che riassume aspetti tattici, aspetti energetici, scelte delle modalità del training. Ancora oggi si evidenziano, in atleti che giungono a ridosso delle posizioni da podio, errori madornali nella impostazione ritmica del-

la competizione. L'errore è più evidente nella 50 km, ma anche sulle distanze più brevi si ripropone. Durante i Campionati Europei di Monaco, nella 50 km R. Korzeniowski ha stabilito la MPM. con 3h36:39, cioè a una media di 4:20 per km. Dal 10° km al 50° km l'intervallo ritmico è oscillato tra 4:24 a 4:16, il maggior numero di km è stato percorso tra 4:18-4:21. Il significato è evidente: in una disci-

plina ciclica come la marcia, in particolare per la 50 km, se attraverso opportuni test si arriva a determinare un ipotetico valore prestativo la condotta di gara più utile è quella che cerca sin dai primi km di gara di rispettare un ritmo prestabilito, limitando ad un range assai stretto le oscillazioni (che si possono tradurre in accumulo di fatica con un indesiderato aumento del costo energetico, tanto più marcato quanto più l'errore si manifesta dopo i 35 km di gara). È illusorio pensare che ciò che si perde nella seconda parte di gara viene compensato dal tempo guadagnato nella prima parte. L'esaurimento precoce delle scorte di glicogeno non viene compensato da un aumento marcato (obbligato) del consumo degli acidi grassi liberi.

I primi due classificati a Monaco hanno offerto una prestazione esemplare sul piano della distribuzione ritmica. Mentre il 4° classificato, G. Skurygin, in lotta per la medaglia d'argento sino al 40° km, ha accusato un vistosissimo calo negli ultimi 10km, compromettendo irrimediabilmente la prestazione finale. Pensiamo sia utile riflettere sulle cifre perché ci dicono che quella è la strada da percorrere se si vuole ottenere il massimo risultato possibile relativamente alle proprie potenzialità.

R. KORZENIOWSKI ogni 10 km (h:min:s): 44:46 + 43:25 + 42:28 + 42:43 + 43:17 (25 km: 1:49:20 + 1:47:19)

G. SKURYGIN (idem): 44:47 + 43:59 + 43:55 + 43:47 + 43:48 (25km: 1:50:45 + 1:49 31)

Tabella 5 - Distribuzioni dello sforzo del 1° e del 4° classificato

| Atleta | 50Km     | V Km*h <sup>-1</sup> | 10K    | 20K      | 30K      | 40K      | 50K      |
|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------|----------|----------|
| R.K.   | 3h36'39" | 13,85                | 44'46" | 43'25"   | 42'28"   | 42'43"   | 43'17"   |
| R.K.   |          |                      |        | 1h28'11" | 2h10'39" | 2h53'22" | 3h36'39" |
| G.S.   | 3h48'58" | 13,10                | 44'46" | 43'30"   | 43'48"   | 44'31"   | 52'23"   |
| G.S.   |          |                      |        | 1h28'16" | 2h12'04" | 2h56'35" | 3h48'58" |

Tabella 6 - 50 k uomini Monaco 2002

| R.K.                                |            |            | G.S.                                 |            |            |
|-------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| Dist. (Km)                          | 0-25       | 25-50      | Dist. (Km)                           | 0-25       | 25-50      |
| Tempo                               | 1h 49' 20" | 1h 47' 19" | Tempo                                | 1h 50' 04" | 1h 58' 54" |
| Vel.med.<br>(Km * h <sup>-1</sup> ) | 13,719     | 13,970     | Vel. med.<br>(Km * h <sup>-1</sup> ) | 13,636     | 12,600     |

Uno spunto recente per il tema della corretta interpretazione ritmica ci è stato offerto dalla disputa di una 50 km femminile il 27 ottobre 2002 a Bergamo (distanza non olimpica); sino al 30° km le prime due classificate erano appaiate. Dal 30° al 50° km la seconda classificata ha accusato un distacco di 10 min e 43 s !! Analizzando i parziali ogni 10 km si comprende ulteriormente la necessità di riuscire a valutare prima della competizione un pos-

sibile risultato e a quello riferirsi anche utilizzando in competizione il cardiofrequenzimetro, che può aiutare a ridurre i margini d'errore.

G.Y. (h:min:s) 4h19:13 = 53:27 + 51:33 + 51:25 + 51:26 + 51:17 (2:10:39 + 2:08:34) MPM

N.B. (h:min:s) 4h29:56 = 53:26 + 51:17 + 51:42 + 54:28 + 59:03 (2:10:34 + 2:19:22) MP Italiana

Tabella 7 - Distribuzioni dello sforzo della 1ª e della 2ª classificata

| Atleta | 50Km     | V Km*h <sup>-1</sup> | 10K    | 20K      | 30K      | 40K      | 50K      |
|--------|----------|----------------------|--------|----------|----------|----------|----------|
| G.Y.   | 4h19'13" | 11,57                | 53'27" | 51'33"   | 51'25"   | 51'26"   | 51'17"   |
| G.Y.   |          |                      |        | 1h45'00" | 2h36'25" | 3h27'56" | 4h19'13" |
| N.B.   | 4h29'56" | 11,11                | 53'26" | 51'17"   | 51'42"   | 54'28"   | 59'03"   |
| N.B.   |          |                      |        | 1h44'43" | 2h36'25" | 3h30'53" | 4h29'56" |



Tabella 8 - 50 k donne Bergamo 2002

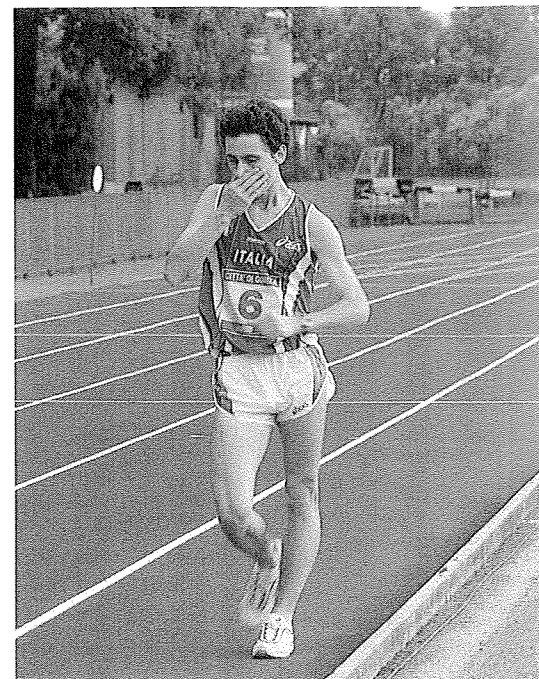
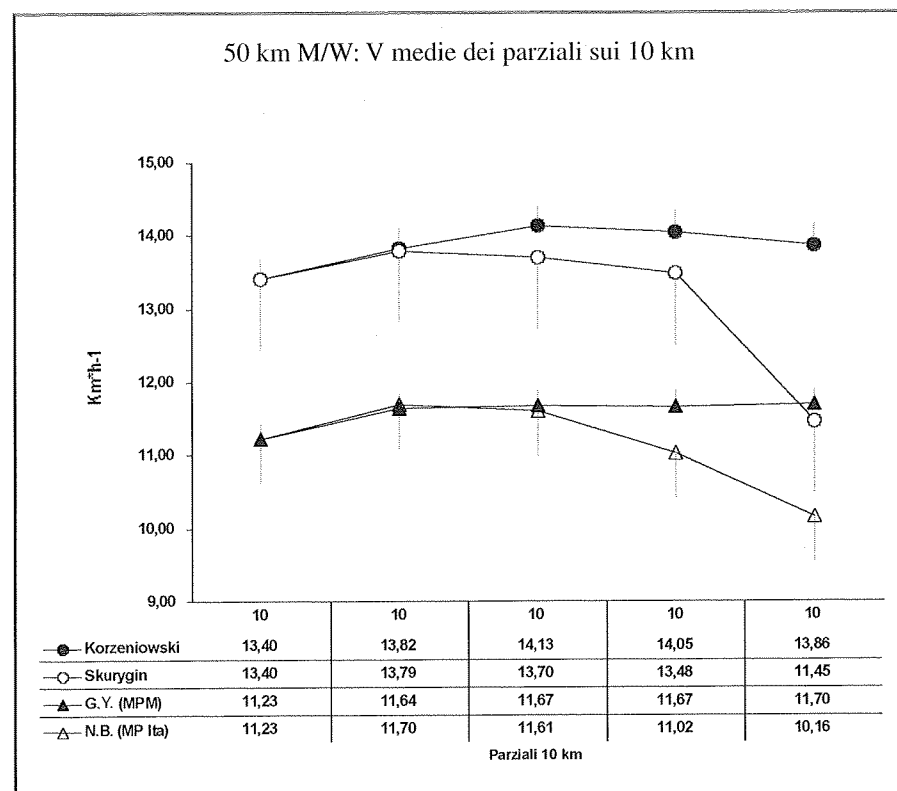
| Ginko Yelena                         |            |            | Natalia Bruniko                      |            |            |
|--------------------------------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|
| Dist. (Km)                           | 0-25       | 25-50      | Dist (Km)                            | 0-25       | 25-50      |
| Tempo                                | 2h 10' 39" | 2h 08' 34" | Tempo                                | 2h 10' 34" | 2h 19' 22" |
| Vel. med.<br>(Km * h <sup>-1</sup> ) | 11,48      | 11,66      | Vel. med.<br>(Km * h <sup>-1</sup> ) | 11,48      | 10,76      |

La 50 km femminile non si disputa nelle principali competizioni internazionali, ragion per cui non è frequentata dalle migliori atlete di élite. Non è però azzardato ipotizzare che le best performer nella 20 km potrebbero già oggi cimentarsi nella distanza più lunga con prestazioni vicine alle 4 ore.

La ragione è assai semplice: il differenziale in termini prestativi tra le at-

lete di élite sia sulla 10 che sulla 20k rispetto all'attuale detentricice della MPM cioè Y. Ginko, è nell'ordine dei 2 minuti sui 10 km e di 4-5 minuti sulla 20 km. Non mostrando le donne differenze significative rispetto agli uomini in merito all'andamento del calo di velocità con l'aumentare della distanza si può con ragionevolezza affermare che il "muro" delle 4 ore non è poi così lontano.

Grafico 7 - Velocità medie-parziali ogni 10 km nelle gare della 50 km uomini e 50 km donne



### Ultraendurance e volumi di lavoro

Le tendenze in ambito internazionale, nelle nazioni che storicamente hanno tradizione e risultati si possono così sintetizzare:

- si è fermata l'espansione dei volumi di lavoro; nessuno oggi si avvicina o supera (come fecero i marciatori della ex DDR) i 10000 km annui di allenamento;
- tra i migliori 20isti la media è tra 6000 e 7000 km anno;
- tra i migliori 50isti ci si attesta tra i 6500 e 8000 km anno;
- le migliori 20iste marciano circa tra 5500 e 6000 km anno.

Si intuisce come sia invece cresciuta l'intensità media di questi volumi di lavoro comunque cospicui. L'altra tendenza che si è delineata è riferita alla necessità di INDIVI-

Tabella 9 - Volumi di lavoro annui in km

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| <b>20 km uomini</b> | 6000-7000 km annui |
| <b>20 km donne</b>  | 5500-6000 km annui |
| <b>50 km uomini</b> | 6500-8000 km annui |

DUALIZZARE il concetto dei chilometraggi annui che ciascun atleta può sostenere. La strada dell'incremento costante del volume di lavoro che sembra garantire se non un miglioramento almeno un mantenimento della prestazione, è stata molto spesso smentita dalla pratica. Se è vero che l'economia sembra essere collegata al numero di km percorsi ed agli anni di esperienza, è anche vero che oltre un certo chi-

lometraggio annuale non vi sarebbero significativi miglioramenti del costo energetico (Noakes, 1991). Occorre, inoltre, ricordare che aumentare il chilometraggio conduce ad una diminuzione dell'intensità ed ad un aumento di quell'elemento dell'allenamento che viene definito monotonia, fattore che si è visto predisporre al sovrallenamento (Foster e Lehmann, 1997). Mentre sull'altro decisivo tema del recupero e

del come effettuarlo le sensazioni degli atleti sono in linea con le evidenze scientifiche: se il lavoro di cosiddetta "rigenerazione" viene svolto eseguendo il gesto specifico la sensazione degli atleti è di recuperare più velocemente.

## Il controllo dell'allenamento

- Monitoraggio sistematico del training.
- Dal campo alla ricerca... dalla ricerca al campo.
- Test di controllo ripetuti costantemente nel tempo (sul campo e in laboratorio).
- Prevenire l'overtraining.

## Bibliografia

Arcelli E., Impellizzeri F.M., Sassi A., La Torre A. (1999) Metabolismo lipidico e allenamento, *SdS-Rivista di Cultura Sportiva*, 45-46: 50-56.

Brisswalter J., Fourgeron B., Legros P. (1995) Effect of three hours walk on energy cost, cardiorespiratory parameters and stride duration in elite race walkers. *Int J Sports Med*. 17: 182-186.

Coyle E. F., Feltner M. E., Kautz S., Hemilton M. T., Montain S. J., Bailer A. M., Abraham I. D., Petrek G. W. (1991) Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance

cycling performance, *Med Sci Sports Exerc* 23: 93-107.

Costill D. L., Thomason H. and Roberts E. L. (1973) Fractional utilisation of aerobic capacity during distance running, *Med Sci Sports Exerc* 5: 248-253, 1973.

Damilano S. (2002) *100 years of racewalking*, Manta, Cuneo.

Di Prampero (1985) *La locomozione umana su terra, in acqua, in aria* Edi-Ernes, Milano.

Foster, C., M. Lehmann. (1997) *Overtraining syndrome*. In: *Running Injuries*. G.N. Guten (Ed). Philadelphia: W.B. Saunders Company, pp. 173-188.

Hagberg J. M., and Coyle E. F.

(1983) Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers, *Med Sci Sports Exerc* 15: 287-289.

Impellizzeri F. M., Arcelli E., Rampinini E., La Torre A, Faina M, Morelli A and A. Sassi (2002) *Economy differences among high level race walkers*. European College of Sport Science. Athens.

Morgan DW, Martin PE. (1986) Effects of stride length alteration on racewalking economy. *Can J Appl Sport Sci*. 11: 211-7.

Noakes T.D. (1991) *Lore of running*. Human Kinetics, Champaign, Il.