

**Saluzzo 4 e 5 dicembre 2004**

**FISIOLOGIA E CONTROLLO  
DELL'ALLENAMENTO NELLA  
MARCIA DEL TERZO MILLENNIO**

Antonio La Torre

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

# FATTORI DETERMINANTI LA PERFORMANCE AEROBICA

- $\dot{V}O_2 \max$
- ***% $\dot{V}O_2 \max$  UTILIZZABILE DURANTE LA PRESTAZIONE (Resistenza specifica)***
- ***SOGLIE***
- ***ECONOMIA DEL GESTO***

# IL $\dot{V}O_{2max}$ E' LIMITATO DA FATTORI CARDIOCIRCOLATORI CENTRALI(principalmente)

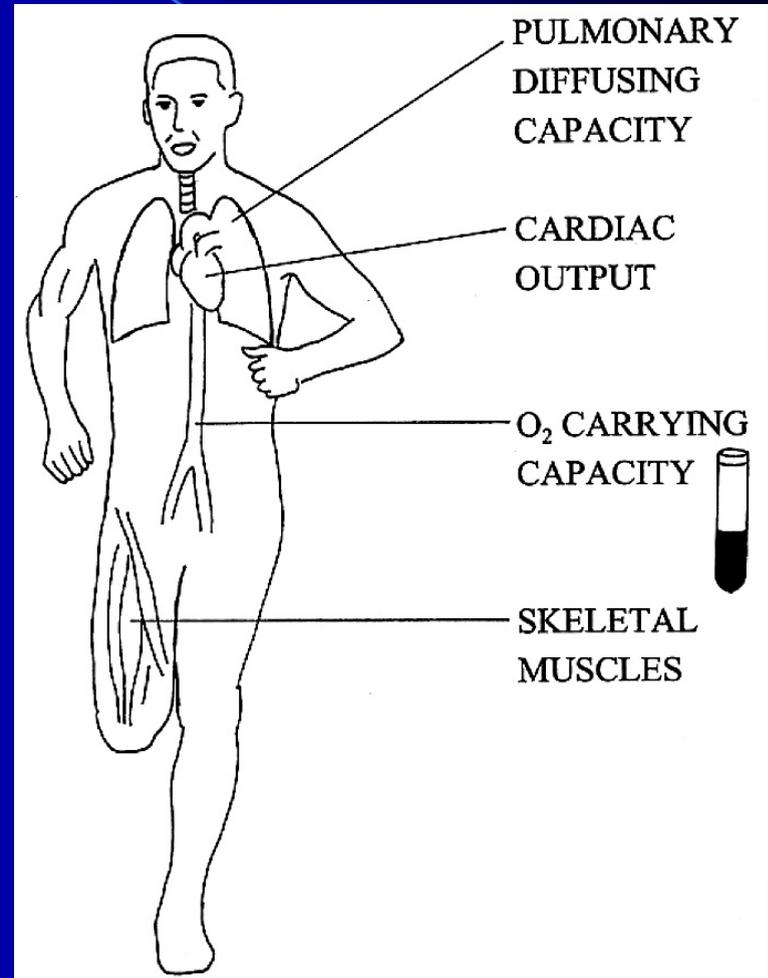
**Fattori limitanti**

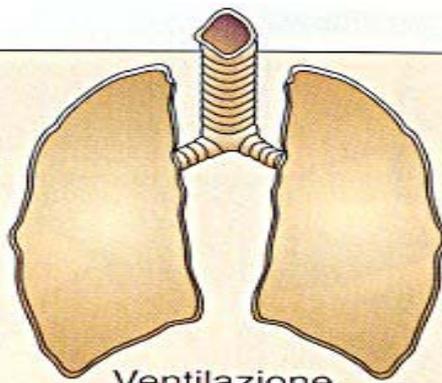
**L'AUMENTO DELLA % DI UTILIZZO DEL  $\dot{V}O_{2max}$  E'  
LEGATA PRIMARIAMENTE AD ADATTAMENTI  
MUSCOLARI LOCALI RISULTANTI DAL TRAINING  
PROLUNGATO**

**TRAINING**

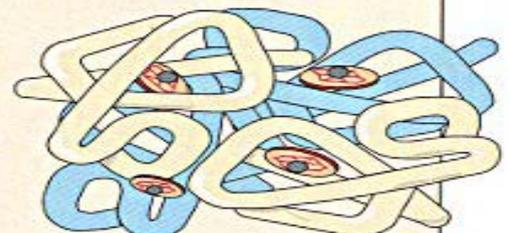
# FATTORI LIMITANTI IL MAX CONSUMO DI O<sub>2</sub>

LA VIA CHE L'O<sub>2</sub> DEVE  
COMPIERE PER PASSARE  
DALL'ATMOSFERA AL  
MITOCONDRIO CONTIENE  
UNA SERIE DI STEP,  
OGNUNO DEI QUALI  
POTREBBE  
RAPPRESENTARE UN  
POTENZIALE  
IMPEDIMENTO ALLA SUA  
CONDUTTANZA

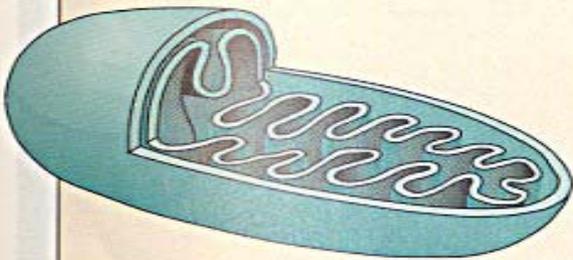




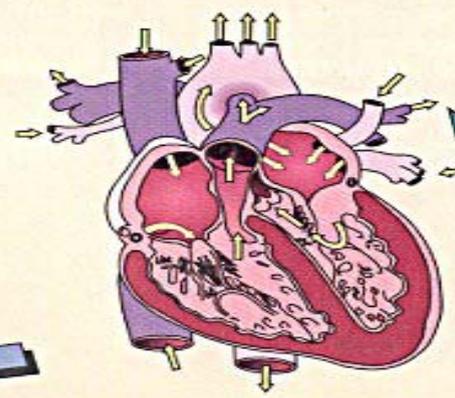
Ventilazione polmonare



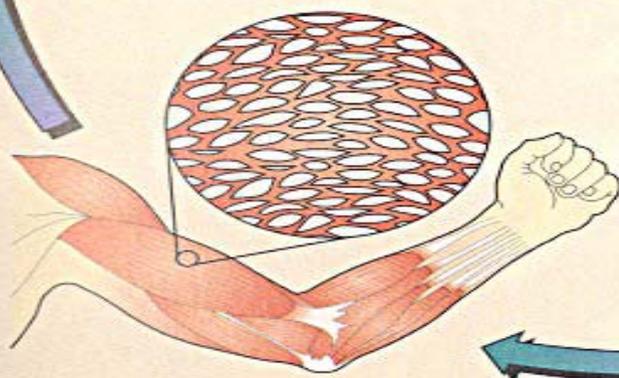
Concentrazione dell'emoglobina



Metabolismo aerobico



Volume del sangue e gittata cardiaca



Flusso del sangue ai tessuti

**Sistema di trasporto e utilizzo dell'ossigeno**

# CARATTERISTICHE DELLE PRESTAZIONI DI VERTICE NEGLI SPORT DI RESISTENZA

## SONO:

- **AUMENTO DELLA POTENZA DI SPINTA (propulsiva) PER CICLO DI MOVIMENTO.**
- **CAPACITA' DI NON PERDERE POTENZA SULL'INTERA DISTANZA DI GARA, ANCHE IN CONDIZIONI DI AFFATICAMENTO CRESCENTE.**
- **CAPACITA' DI CONTROLLARE LA FREQUENZA DEI MOVIMENTI.**



**Sistema energetico  
a lungo termine**

**Sistema energetico  
immediato**



**Sistema energetico  
a breve termine**



# Sistemi Energetici: contributo % nel *Fondo*

(Astrand e Rodahl, Fox, modificata )

|                           | <i>Oltre 120 min.</i> | <i>Tra 50 e 70 min.</i> | Da 15 a 30 min. | Da 2 a 8 min. |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| Anaerobico<br>Alattacido  | 0.3 %                 | 0,5 %                   | 2-1%            | 10 %          |
| Anaerobico<br>Lattacido   | 0,7 %                 | 1,5 %                   | 8-4%            | 40-20%        |
| <b>Aerobico</b>           | <b>99 %</b>           | <b>98 %</b>             | <b>90-95%</b>   | <b>50-70%</b> |
| Concentrazioni<br>Lattato | <u>2 mmol/l</u>       | <u>4 mmol/l</u>         | 8-13 mmol/l     | 15-28 mmol/l  |

# FATTORI LIMITANTI LA PERFORMANCE AEROBICA

- **MASSIMA POTENZA AEROBICA** (paragonabile alla cilindrata del motore dell'atleta).
- **SOGLIE: AEROBICHE / ANAEROBICHE.**
- **STEADY STATE DEL LATTATO** (maximum lactate clearance).
- **COSTO ENERGETICO** (dipende dall'economia del gesto atletico).
- **QUANTITA' DI GLICOGENO MUSCOLARE ED EPATICO** (capacità del serbatoio energetico dell'atleta).
- **CAPACITA' ESTRATTIVA (periferica) DELL'OSSIGENO, DA PARTE DEI MUSCOLI.**

## Determinanti fisiologiche

**MASSIMO CONSUMO DI OSSIGENO**

discriminante solo in gruppi eterogenei (Costill, 1973)



**SOGLIA ANAEROBICA**

Discriminante gruppi più eterogenei (i.e. stesso  $VO_{2max}$ )



**ECONOMIA**

A parità di tutte le condizioni sopra risulta essere discriminante

## European College of Sport Science, 2002

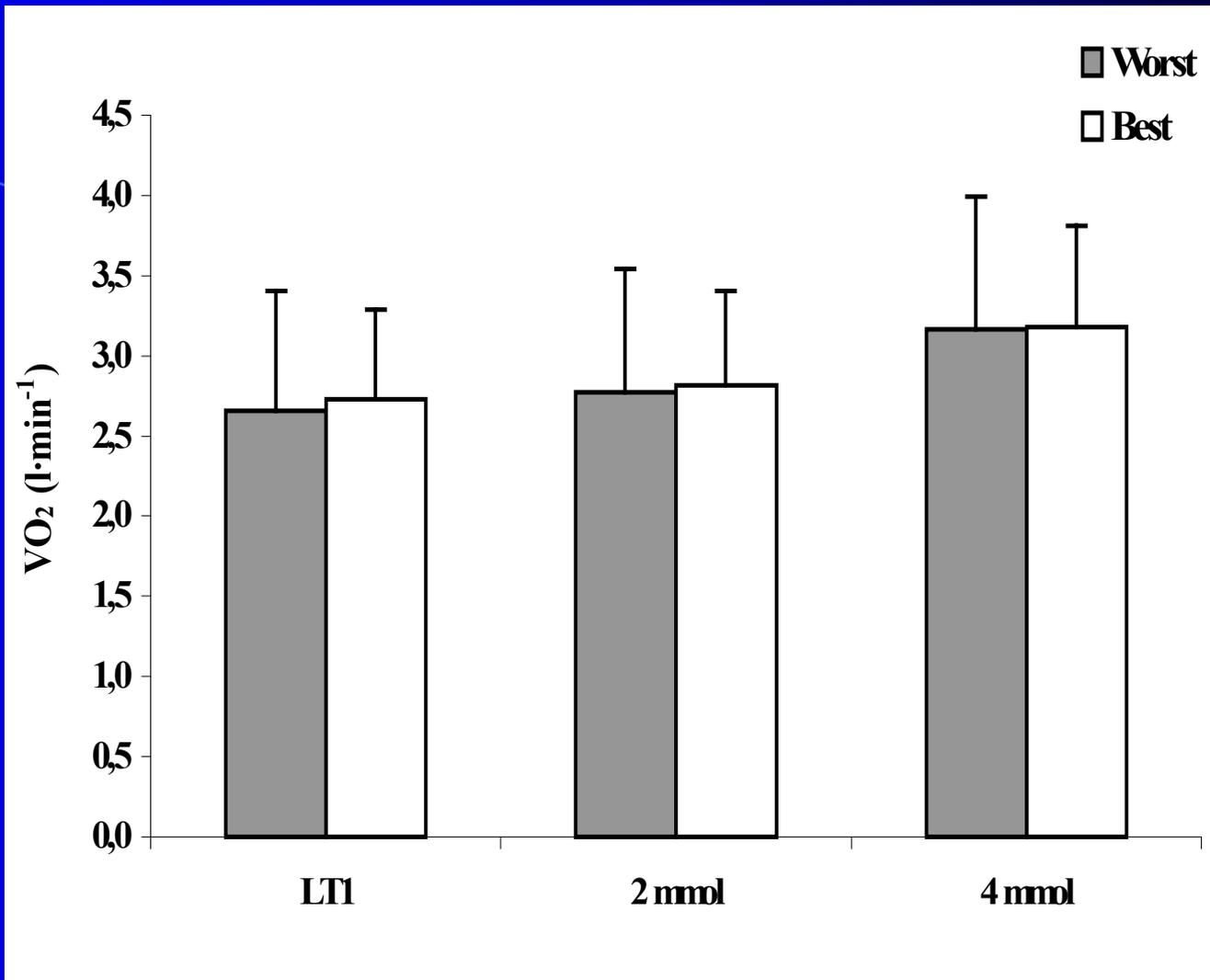
### **ECONOMY differences AMONG high level race walkers**

F. M. Impellizzeri<sup>1</sup>, E. Arcelli<sup>1</sup>, E. Rampinini<sup>1</sup>, A. La Torre<sup>2</sup>, M. Faina<sup>3</sup>, A. Morelli<sup>1</sup> and A. Sassi<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Lab of physiology, Sport Service MAPEI srl, Castellanza (VA), Italy; <sup>2</sup>Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi, Milano, Italy; <sup>3</sup>Istituto di Scienze dello Sport, CONI, Roma, Italy*

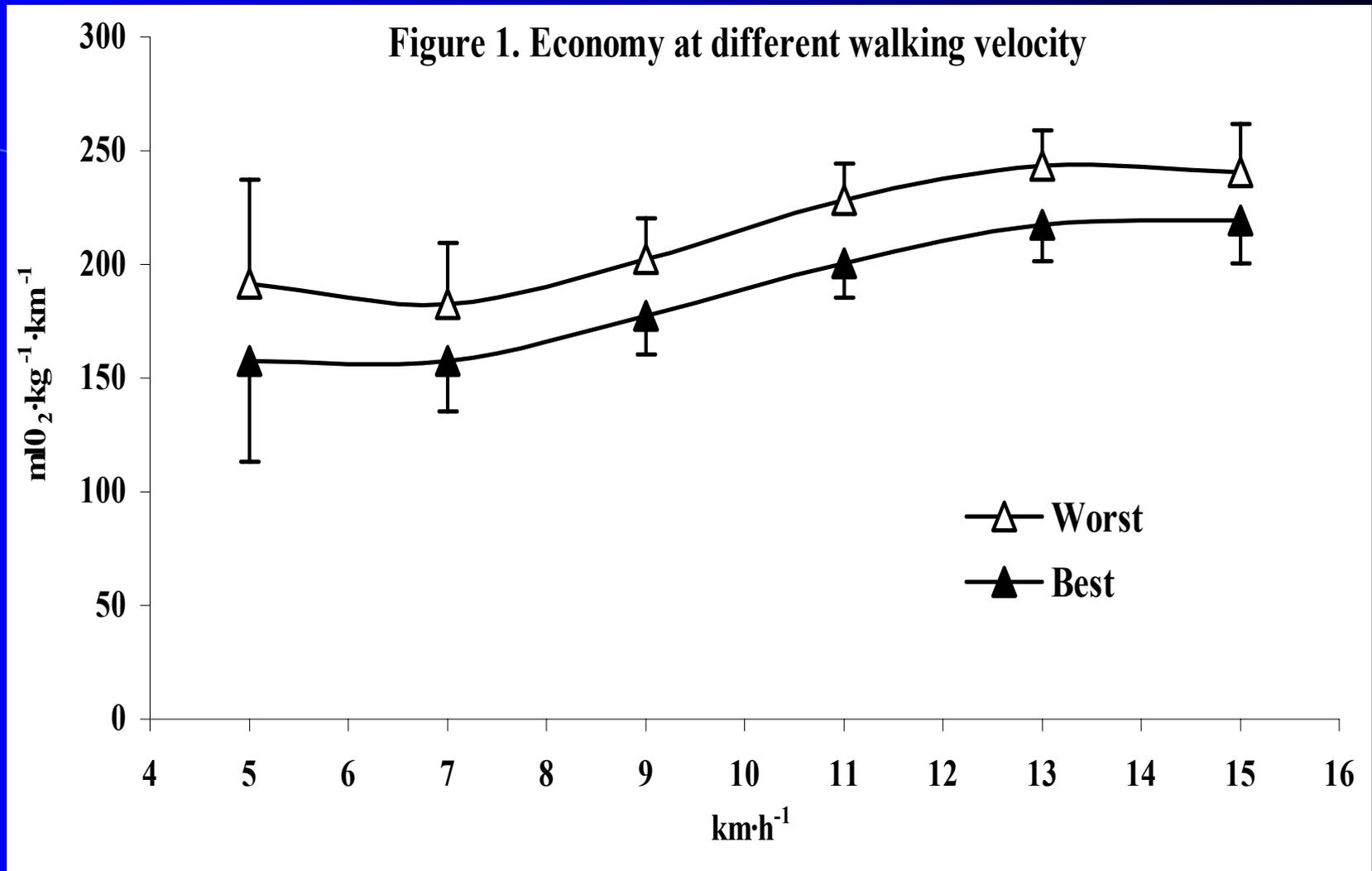
Scopo: confrontare le caratteristiche fisiologiche di un gruppo di marciatori maschi e femmine di alto livello divisi in subgruppi di differenti capacità prestative.

Figura 1 – Stesso consumo di O<sub>2</sub> alla soglia



(differenze ns.)

# Figura 2



\*, P<0.05; \*\*, P<0.01; <sup>a</sup>, p=0.06 (ANOVA e Bonferroni)

## Discussione

Lo studio ha confermato le conclusioni di Hagberg & Coyle (1983) e di Yoshida et al. (1989). In atleti con simili valori di  $VO_{2max}$  e Soglia Anaerobica il ruolo dell'economia diventa determinante.

Meno consumano ad una data velocità di marcia più sono in grado di esser performanti.

Nella sperimentazione, prendendo due soggetti con  $VO_{2max}$  simili, ma di due diversi gruppi, abbiamo evidenziato come l'atleta del gruppo top a  $13 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  marciasse **all'81% del  $VO_{2max}$**  alla stessa velocità atleta del gruppo "worst" marciava **all'87% del  $VO_{2max}$**  ovvero intensità relativa più alta

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

*(Di Prampero, 1985)*

V inversamente proporzionale al costo energetico



Spendere poco mentre si marcia è un vantaggio



Una buona tecnica di marcia può migliorare il rendimento (non è quindi un fatto estetico)

## Qual è la relazione tra costo energetico e tecnica...

E' verosimile supporre che in una disciplina tecnica come la marcia il ruolo della tecnica ricopra un ruolo molto importante nell'influenzare il costo energetico.

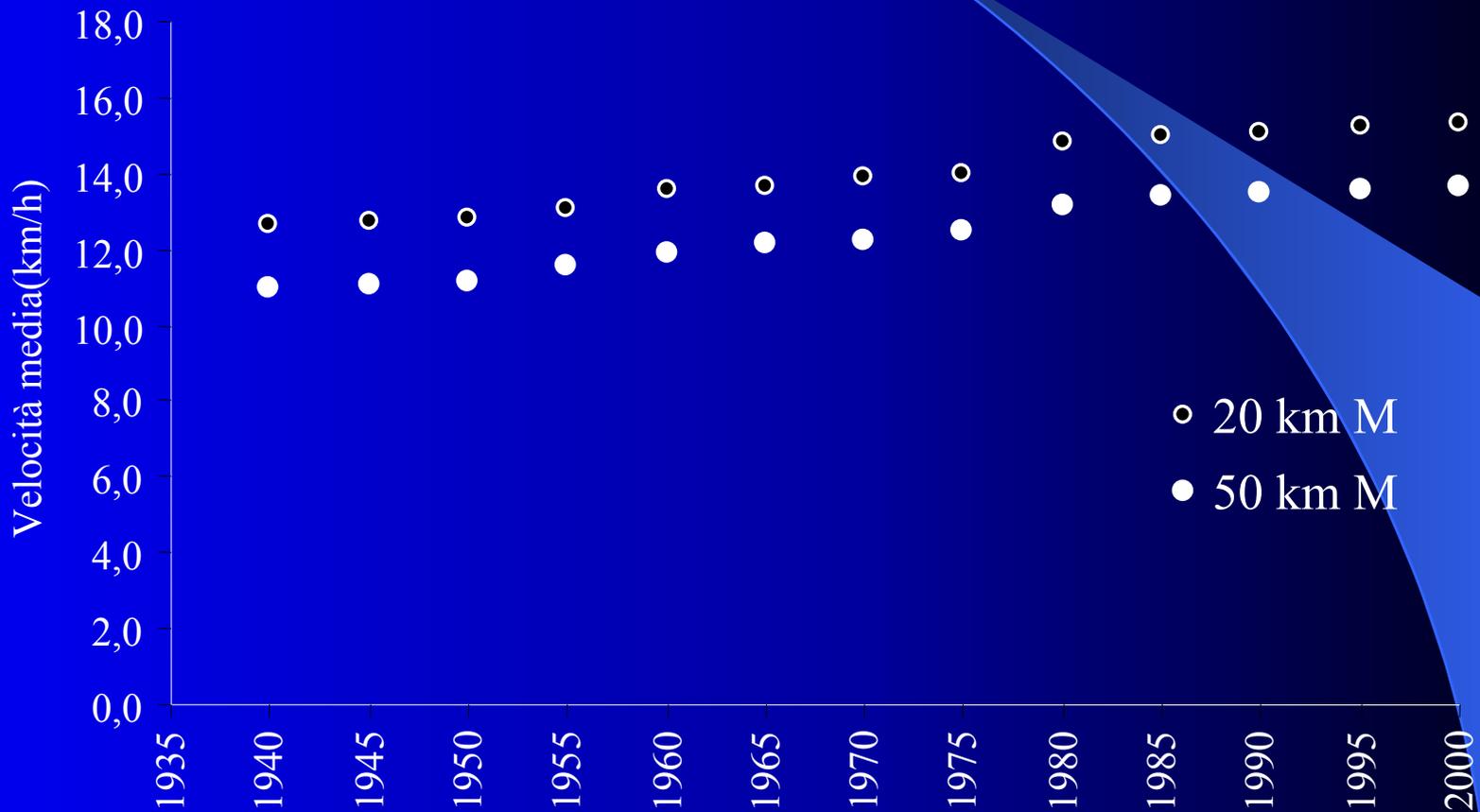


# L'EVOLUZIONE DELLE PRESTAZIONI

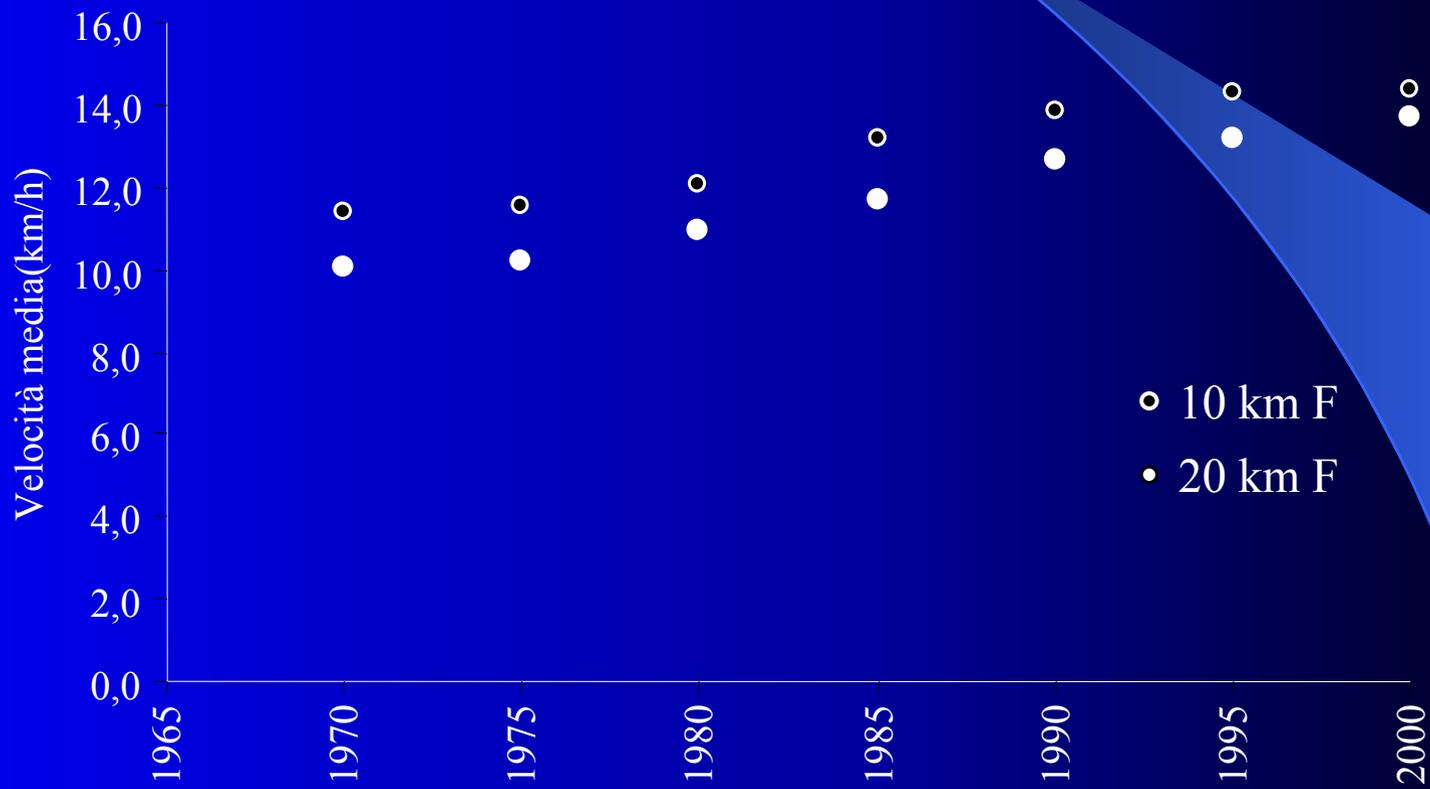
NEL 2003...

| DISTANZA | ATLETA                  | TEMPO    | V km*h <sup>-1</sup> |
|----------|-------------------------|----------|----------------------|
| 20 km    | J.Perez<br>(Ecu)        | 1h 17:21 | 15.50                |
| 50 km    | R.Korzeniowski<br>(Pol) | 3h 36:03 | 13.85                |

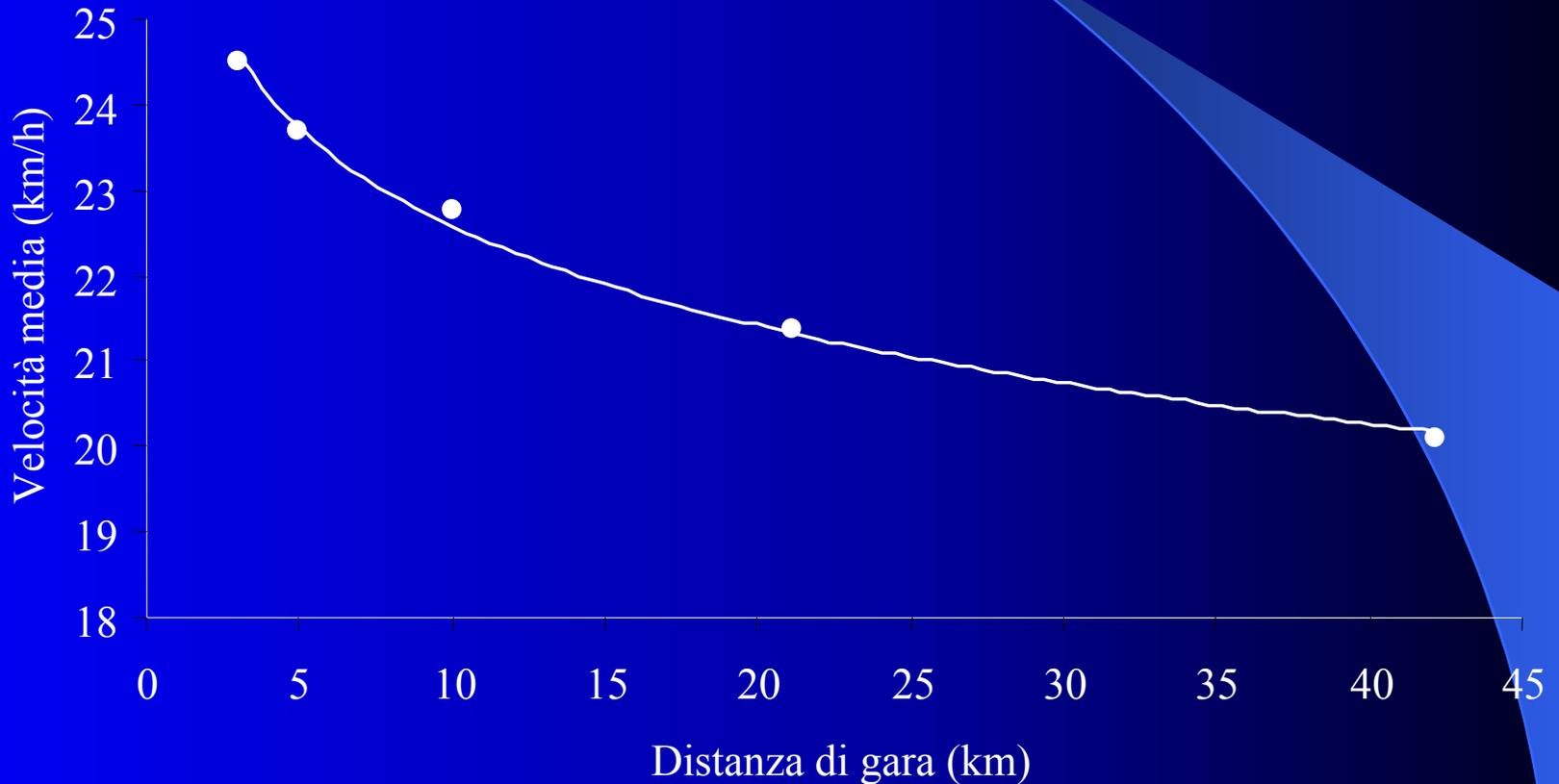
**Figura 3. Andamento dei 25 migliori tempi mondiali nei diversi anni dal 1940 al 2000 (Uomini).**



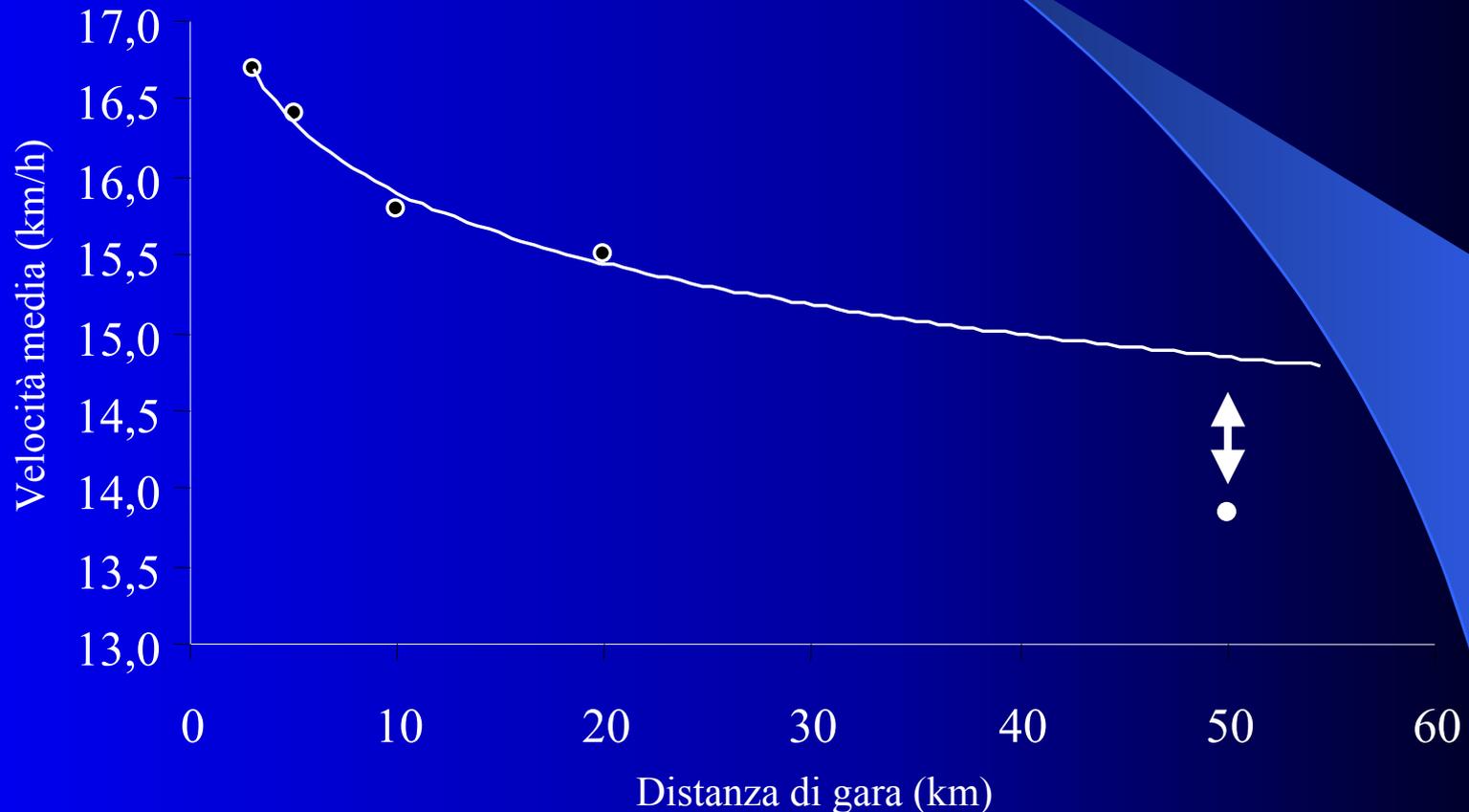
**Figura 4. Andamento dei 25 migliori tempi mondiali nei diversi anni dal 1970 al 2000 (Donne).**



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



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



# **PERCHE' LA $V_m$ NELLA 50K CALA COSI SENSIBILMENTE ?**

- ✓ LIMITI FISIologici (SUBSTRATI, TERMOREGOLAZIONE...). IL TEMA DELLA POTENZA AEROBICA LIPIDICA (ARCELLI et AL. 1999)**
- ✓ LA FATICA (O AFFATICAMENTO) NEUROMUSCOLARE PEGGIORA IL GESTO TECNICO ; AUMENTA IL COSTO ENERGETICO (BRISWALTER 1995)**

# 50 K MEN MONACO 2002

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

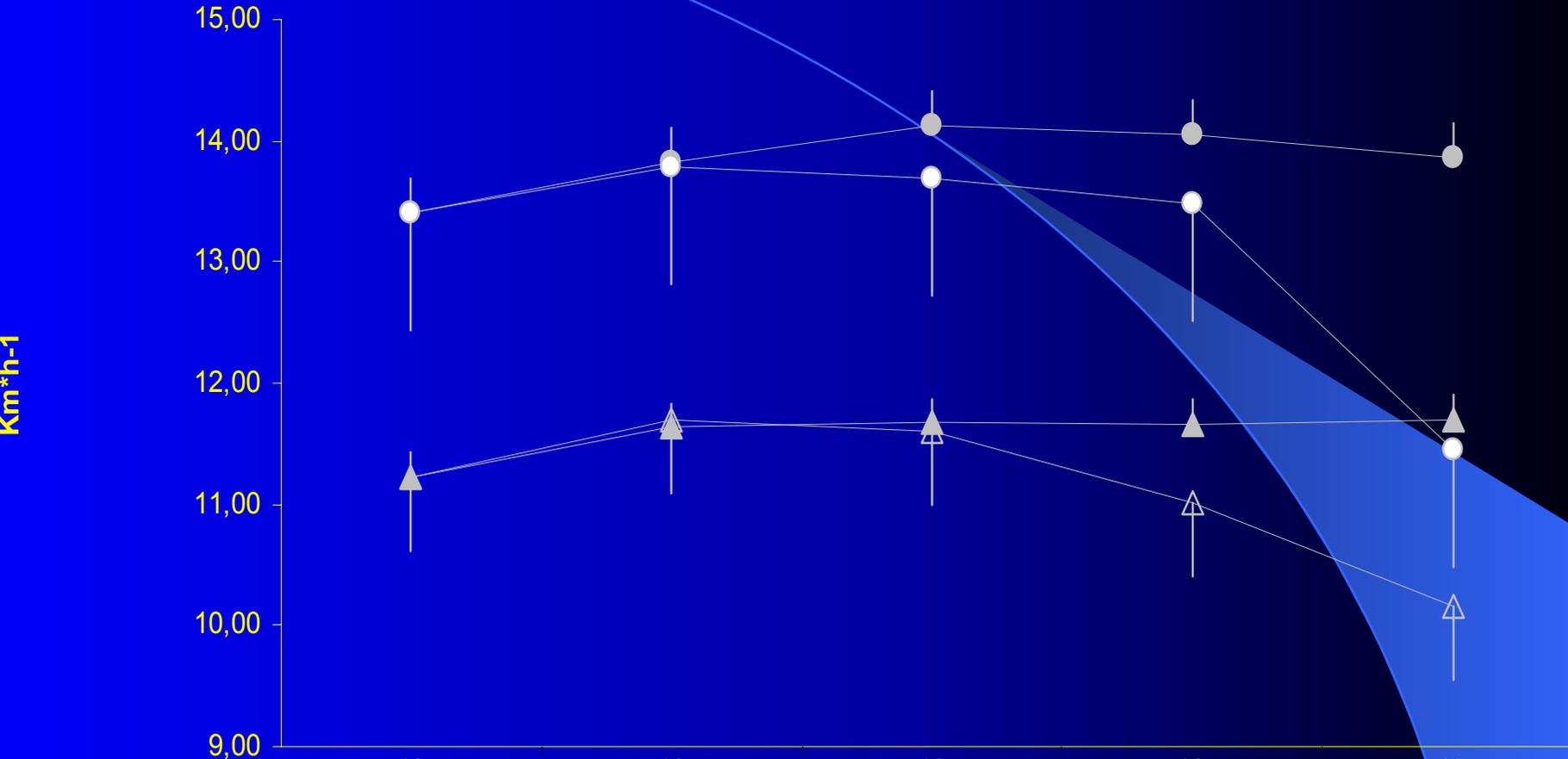
# R.K

# G.S

| DIST.                               | 0-25       | 25-50      |
|-------------------------------------|------------|------------|
| TEMPO                               | 1h 49' 20" | 1h 47' 19" |
| Vel.med.<br>(Km * h <sup>-1</sup> ) | 13,719     | 13,970     |

| DIST.(Km)                            | 0-25       | 25-50      |
|--------------------------------------|------------|------------|
| TEMPO                                | 1h 50' 04" | 1h 58' 54" |
| Vel. med.<br>(Km * h <sup>-1</sup> ) | 13,636     | 12,600     |

## 50 km M/W: V medie dei parziali sui 10 km



|                 |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ● Korzeniowski  | 13,40 | 13,82 | 14,13 | 14,05 | 13,86 |
| ● Skurygin      | 13,40 | 13,79 | 13,70 | 13,48 | 11,45 |
| ▲ G.E. (MPM)    | 11,23 | 11,64 | 11,67 | 11,67 | 11,70 |
| △ N.B. (MP Ita) | 11,23 | 11,70 | 11,61 | 11,02 | 10,16 |

Parziali 10 km

# EVOLUZIONE DEL TRAINING

Perché l'accento va posto sulla Potenza Aerobica?

- Stretta relazione tra prestazione sulla 10 km e prestazione sulla 20 km
- ...ma anche tra 5 km e 50 km
- Lavorare sulla potenza aerobica per sbloccare le “barriere prestative”  
...anche nella 50 km

# Allenamento della Potenza Aerobica

- Ritmo gara a velocità costante
- Ritmo gara in progressione
- Ritmo gara con variazioni
- Ripetute brevi-medie-lunghe
- Corto veloce in salita
- Salita con ripetute lunghe
- Salita con ripetute brevi

# Pot. Aer. ... per un atleta del valore di 1 h e 18' sulla 20 km (15.38 km \* h<sup>-1</sup> )

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

# Quindi...

- Approfondire le ricerche su ampiezza e frequenza del passo
- Maggiori frequenze per evitare la fase di “sospensione”?
- Sperimentazione in atto lavorando su ampiezze e frequenze del passo diverse (ruolo SNC)
- “Sicurezza Tecnica” per competere al meglio delle proprie potenzialità

# COME FARE A MARCIARE LA 50K IN 3h 30' ?

(4' 12" al Km; 14,29 km \* h<sup>-1</sup> )

- ✓ APPROFONDIRE LE RICERCHE SUGLI ASPETTI DELLA FATICA LEGATI ALLA MARCIA;
- ✓ COME ALZARE LA SOGLIA DELLA PAL?
- ✓ POTENZA AEROBICA ESTENSIVA  $V_s$  RESISTENZA SPECIFICA DEL CINQUANTISTA;
- ✓ DISTRIBUZIONE DELLO SFORZO “CONTROLLATA”

# 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

# CONTROLLO DELL'ALLENAMENTO

Fondamentale il monitoraggio continuo dell'allenamento sui:

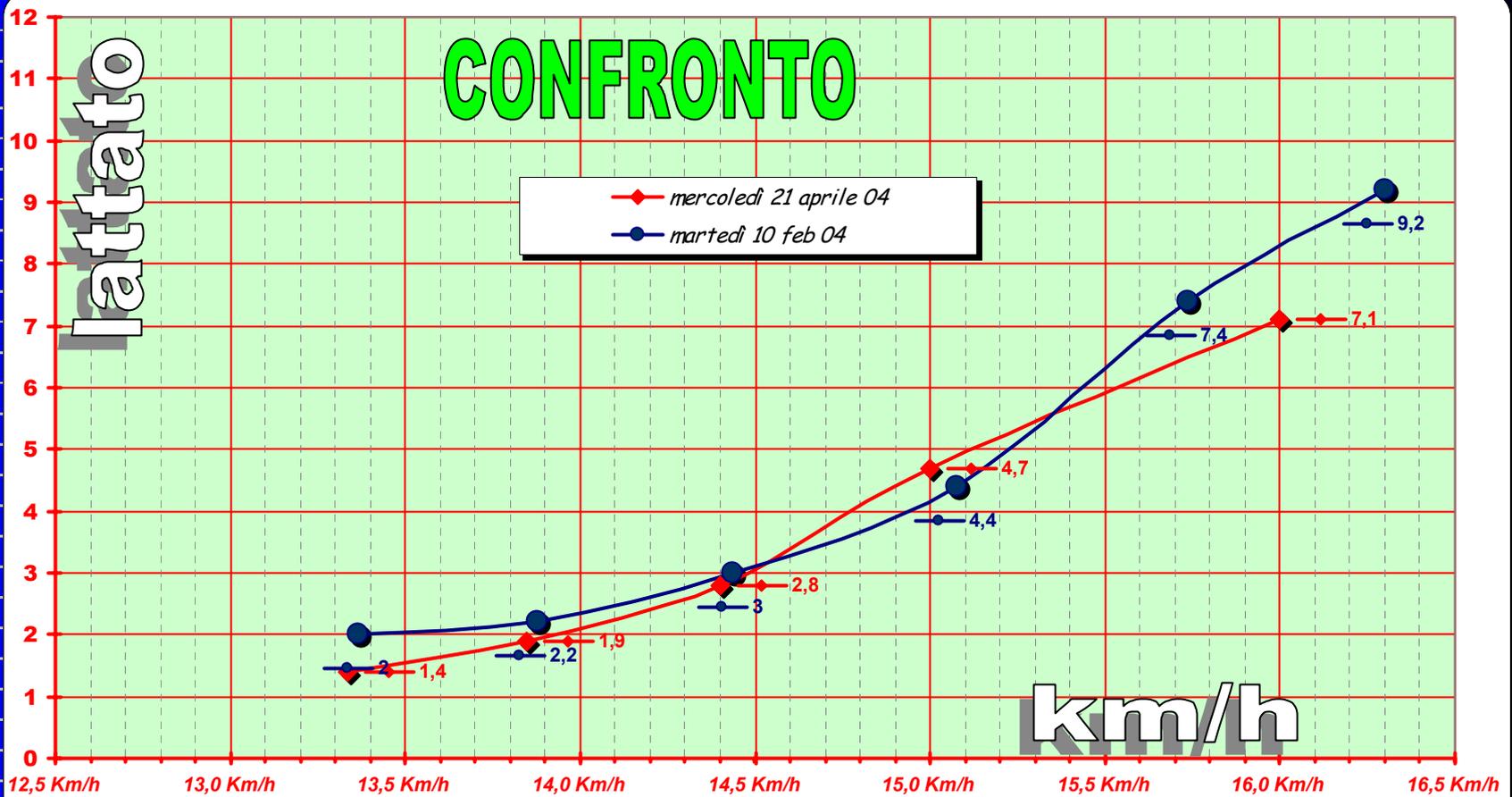
- **parametri fisiologici** (test incrementali, soglie, consumi energetici..)
- **parametri biomeccanici** (filmati, speciali sequenze fotografiche, valutazioni posturali..)



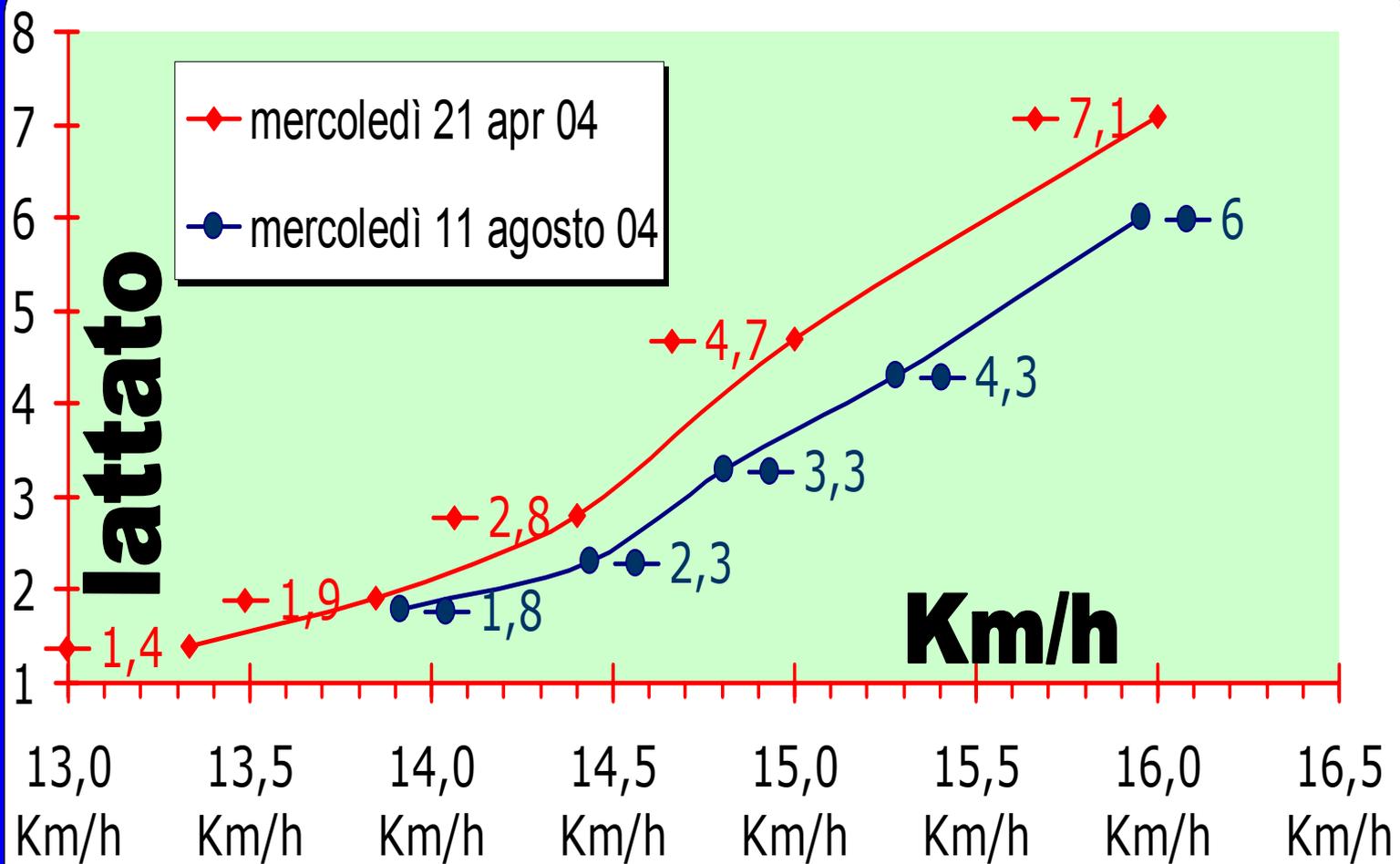
# VALUTAZIONI FUNZIONALI



# SALUZZO VS SESTO SG



# ATENE VS NAUMBURG























# DALLA RICERCA AL CAMPO, DAL CAMPO ALLA RICERCA..

Abbinando l'esperienza degli uomini di campo alla ricerca scientifica (controllo, test, protocolli sperimentali...);

Competenze multidisciplinari in un lavoro d'equipe.



***“Evidence Based Coaching”,***

***l'allenamento basato sulle dimostrazioni scientifiche della sua efficacia...***

(A. La Torre, R. Codella, E. Arcelli, G. Alberti, E. Rampinini, F. Impellizzeri, SDS 2004)

**GRAZIE**  
**per**  
**L'ATTENZIONE**