



# L'allenamento in quota carichi di lavoro, ritmi, volume, intensità: l'esperienza della marcia e del gran fondo rapportata all'ultramaratona

*Convegno Nazionale di Ultramaratona  
Padova, 23 Ottobre 2010*

**Lorenzo Pugliese  
Antonio La Torre  
Facoltà Scienze Motorie  
Università Statale di Milano**

L'allenamento in quota è una pratica diffusa tra gli atleti di *endurance* con l'obiettivo di **migliorare le prestazioni**  
**a livello del mare**



# RELAZIONE FRA VO<sub>2</sub>MAX E ALTITUDINE

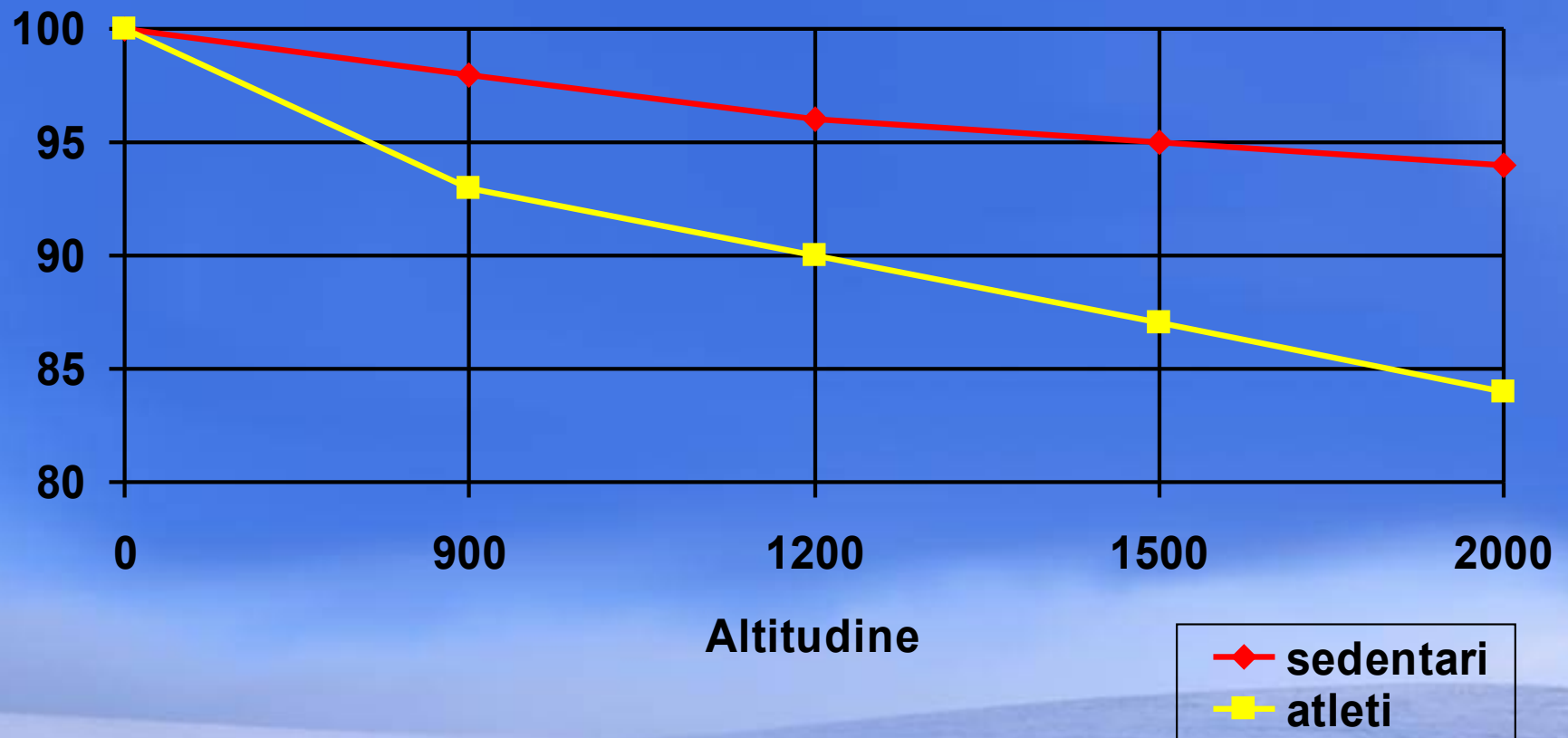
- ❖ **Ipossia provoca una riduzione del VO<sub>2</sub>max del 14-17% a 2300 m di altezza e del 26% a 4000 m.**

*(Adams, 1975, Buskirk, 1967)*

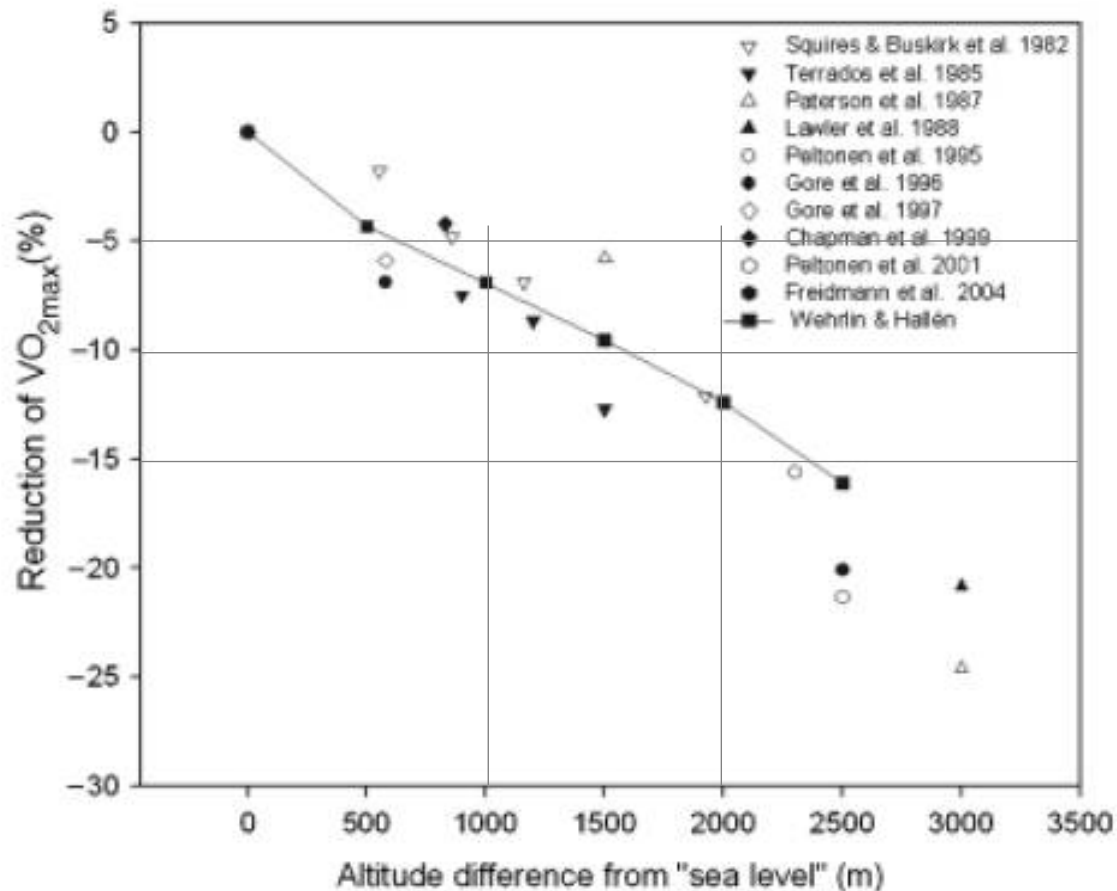
- ❖ **Atleti allenati presentano un calo del VO<sub>2</sub>max già a 900 m (-7/8%) con una ripercussione negativa sulla saturazione di O<sub>2</sub> nel sangue arterioso.**



# EFFETTO DELL'ALTITUDINE SUL VO<sub>2</sub>max (da Terrado, '92 modificato)

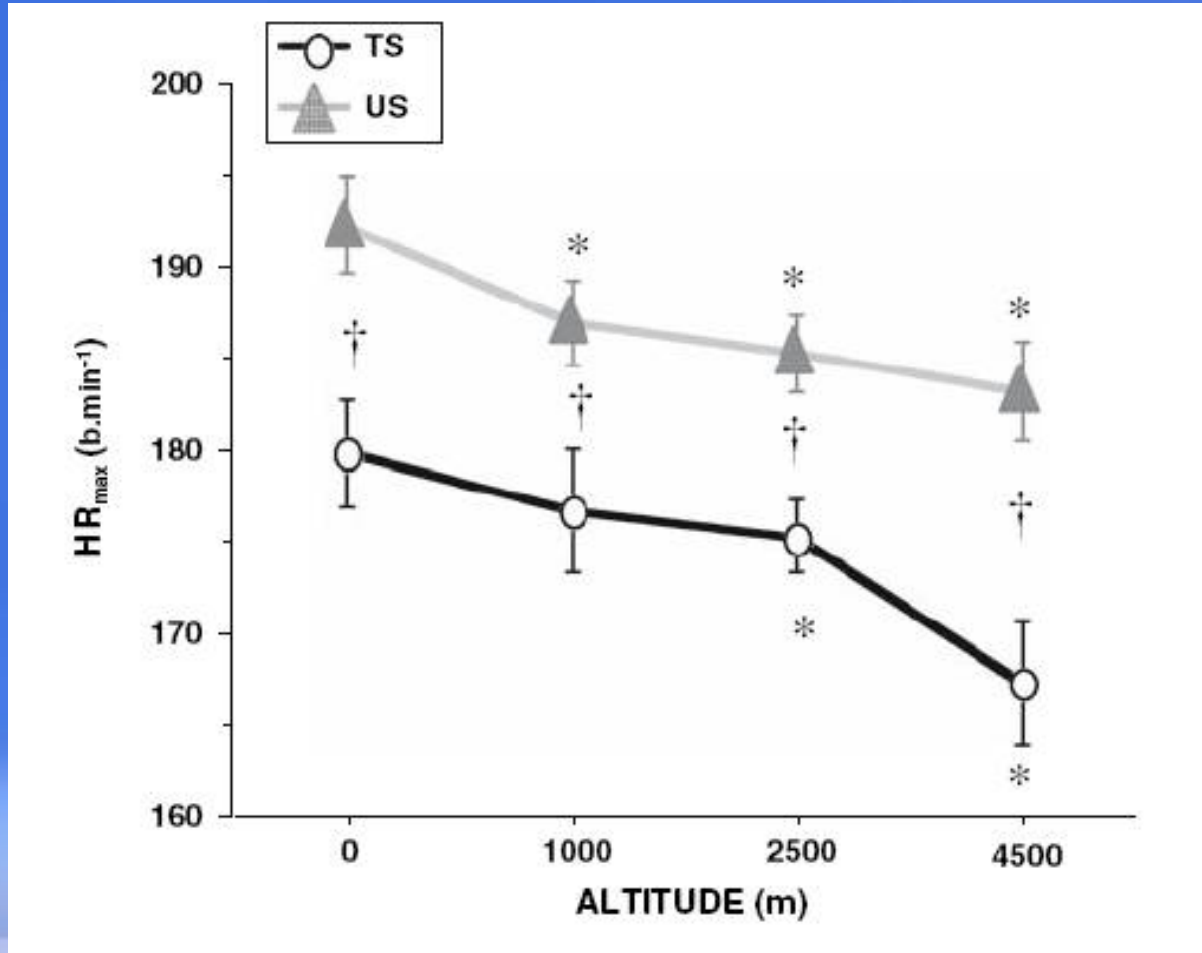


# Effetti dell'altitudine sulla potenza aerobica



$VO_{2max}$ : ↓ ↓ ~7%  
ogni 1000m

# Effetti dell'altitudine sulla frequenza cardiaca massima





# Acclimatazione

- Modificazioni fisiologiche e metaboliche che tendono a facilitare il trasporto e l'utilizzo dell'ossigeno in altitudine



# RISPOSTA ACUTA ALL'IPOSSIA



- ✓ **Iperventilazione sotto sforzo ed a riposo; incrementi volume respiratorio/minuto dal 10 al 42 %**  
*(Adams, Bailey, Pogh e al., 1999)*
- ✓ **Aumento della gittata cardiaca (fino a + 50% rispetto a L.d.M.) causato da un incremento della FC, senza variazioni della gittata pulsatoria**  
*(Klausen, 1969, Schoene 1990)*



# ADATTAMENTI A LUNGO TERMINE

- **Aumento quantità di eritrociti, della concentrazione di emoglobina e di mioglobina** *(Terrados,1990)*
- **Aumento della capillarizzazione** *(Mizuno,1990; Saltin,1995; Terrados, 1990)*
- **Aumenta la quantità di mitocondri cellulari** *(Mizuno, 1990; Saltin, 1995)*
- **Effetto sui vegf, fattori responsabili della nascita di nuovi capillari** *(Hoppeler 2001, 2003)*
- **Aumenta la capacità tampone locale del muscolo (tolleranza HL)** *(Mizuno 1990, Saltin 2001)*
- **Si modifica il corredo enzimatico (sia per meccanismo aerobico che anaerobico)**

Ridotta pressione parziale di ossigeno  
(ipossia)



**ALLENAMENTO**





# IPOSSIA E TRAINING:

meccanismi alla base dell'incremento della performance

SOGGIORNO



**ADATTAMENTI  
EMATOLOGICI**



**↑ capacità  
trasporto O<sub>2</sub>**

TRAINING



**ADATTAMENTI  
Metabolici  
Neuromuscolari**



**metab. ossidativo –  
glucidico  
clearance lattato  
capacità tampone  
economia esercizio**



# Effetti metabolici indotti dall'allenamento in ipossia

- capacità tampone muscolare
- capillarizzazione fibre muscolari
- mioglobina
- densità mitocondriale
- attività enzimi mitocondriali
- clearance lattato (□ ossidazione)



# EFFETTI dipendono da ...

## IPOSSIA

- Tipo
- Dose
- Durata

## ALLENAMENTO

- Metodologia,  
volume,  
intensità etc.

## PRESTAZIONE

- Quali specialità  
aerobiche ? (durata e  
intensità)



# Metodologia di allenamento in quota

- ✓ **“Live high-Train high”**  
(Rusko et al., 2004; Friedmann-Bette, 2008; Millet et al., 2010)
- ✓ **“Live high-Train low” (LHTL)**  
(Levine & Stray-Gundersen, 1997; Millet, 2010)
- ✓ **“Intermittent hypoxic exposure”** a riposo  
(IHE) (Powell et al., 2000; Bartsch et al., 2008; Millet, 2010)
- ✓ **“Intermittent hypoxic training” (IHT)**  
(Wilber, 2001; Levine, 2002; Schoffel et al., 2008; Millet et al., 2010)



# Live high-train high

Gli atleti soggiornano e si allenano in quota

ad un altezza variabile tra

**i 1500 e i 3000 m**

per un periodo compreso tra

**3 e 6 settimane**



# Gli adattamenti ematologici **NON**

sono i soli  
responsabili del  
miglioramento  
prestativo dopo  
l'allenamento in  
quota



- **Tornati a livello del mare:**
  - Alcuni atleti sembrerebbero raggiungere la migliore condizione già dopo i **primi 2-4 giorni**
  - La maggior parte degli atleti ottiene benefici tra i **15 e i 21 giorni** dopo l'allenamento in quota

**Tali dati sono frutto di varie esperienze “da campo” e non sono supportati da prove scientifiche**

*(Fuchs et al., 1990 Millet et al., 2010)*



# Live high-train low

- Introdotto da Levine & Stray-Gundersen (1997) consiste nel **vivere e dormire** (per circa 20 ore al giorno) a una quota naturale compresa **tra 1800 e 2500 m** e **allenarsi** generalmente **sotto i 1300 m o vicino al livello del mare**



# Live high-train low

- **Live high:** stimola i meccanismi di **acclimatazione** all'ipossia durante il riposo (adattamenti cardiovascolari, respiratori e metabolici)
- **Train low:** preserva **alte intensità** di allenamento ed evita gli effetti negativi dell'esposizione cronica all'ipossia (decremento della massima potenza aerobica, perdita di massa muscolare)

*(Levine & Stray-Gundersen, 2008; Mollard et al. 2007)*



# Live high-train low

## ➤ **Adattamenti NON ematologici**

migliora la *performance* a livello del mare associata a un miglioramento dell'economia del gesto a causa di:

- diminuzione del costo della ventilazione
- una maggior quantità di carboidrati utilizzati per la fosforilazione
- miglioramento dell'efficienza mitocondriale\_

*(Schmitt et al., 2006; Saunders et al., 2007; Gore et al., 2007; Millet et al., 2010)*



# Intermittent hypoxic exposure a riposo

Il fatto che l'IHE a riposo **non migliori la performance** a bassa quota dimostra che il fattore principale delle modificazioni fisiologiche e metaboliche **NON è l'ipossia in sé,** **ma l'effetto sinergico tra ipossia e allenamento,** laddove l'allenamento svolge sempre un ruolo principale



# IN QUALI SPORT SI RICORRE ALL'ALLENAMENTO IN ALTITUDINE

★ Corridori di specialità di resistenza e marciatori

★ Nuotatori

★ Ciclisti

★ Canoisti

★ Triatleti

★ Pattinatori su

ghiaccio (velocità)

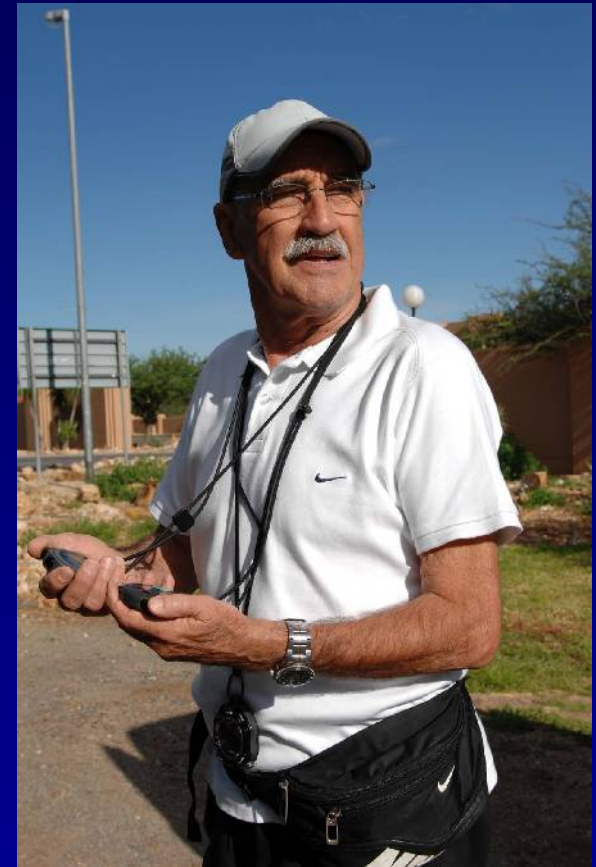
★ Biatleti

★ Sciatori di fondo



# ... il difficile compito del tecnico

...



# Il controllo dell'allenamento

Controllo attento e continuo del carico allenante

- **I principali markers fisiologici**

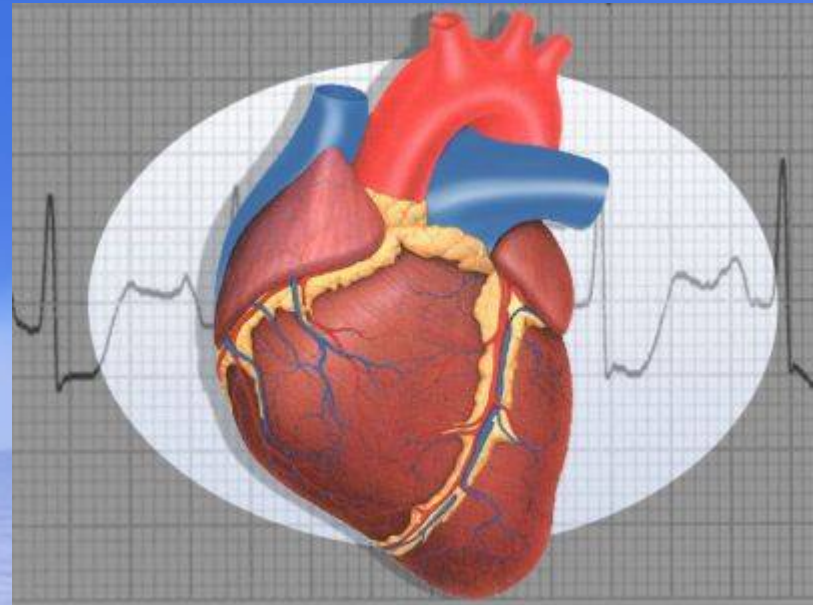
- Frequenza cardiaca
- Massimo consumo di ossigeno
- Lattato ematico
- Catecolamine plasmatiche e urinarie
- Azoto ureico
- Creatin chinasi
- Altri ormoni

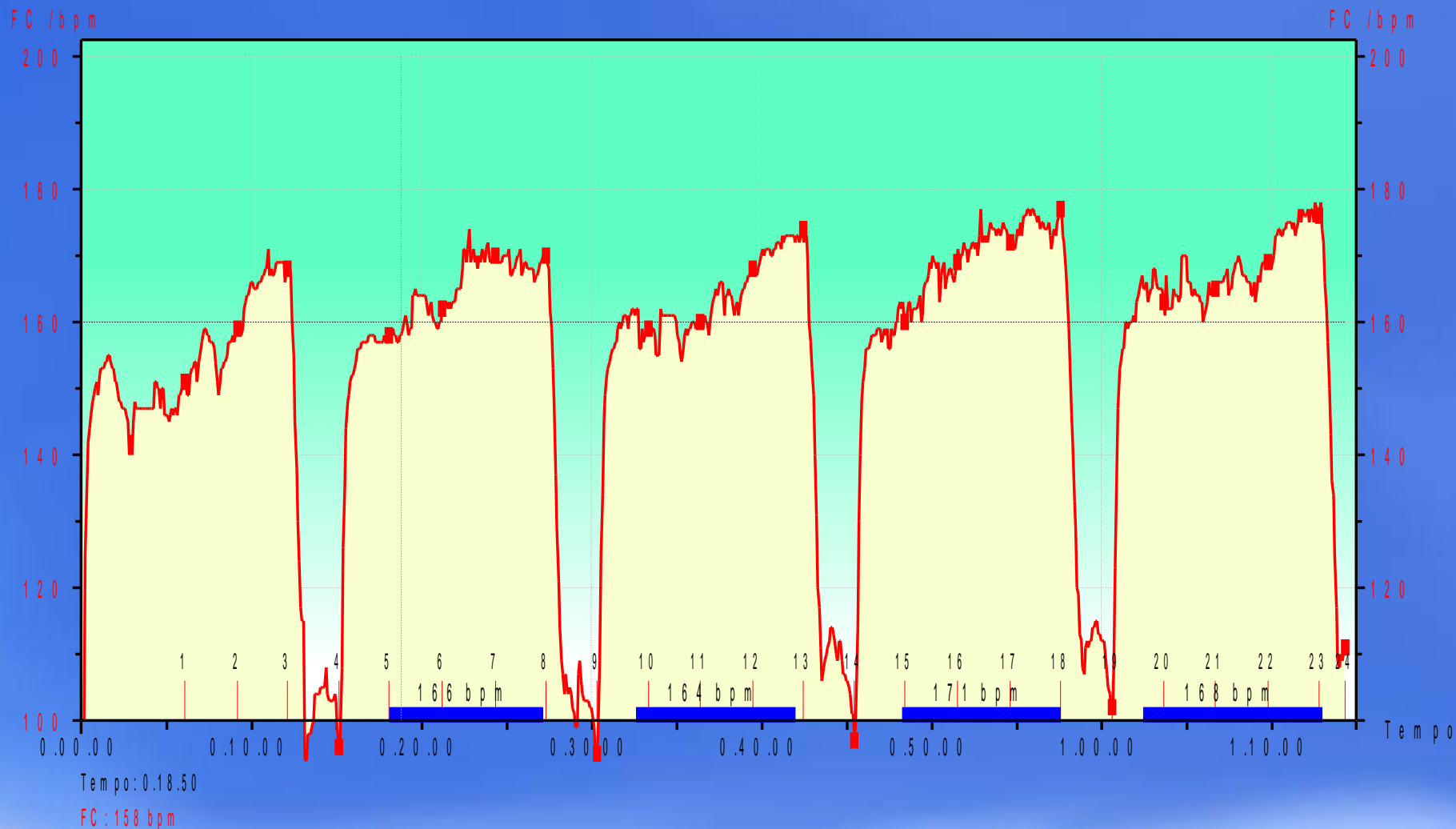




# Frequenza cardiaca

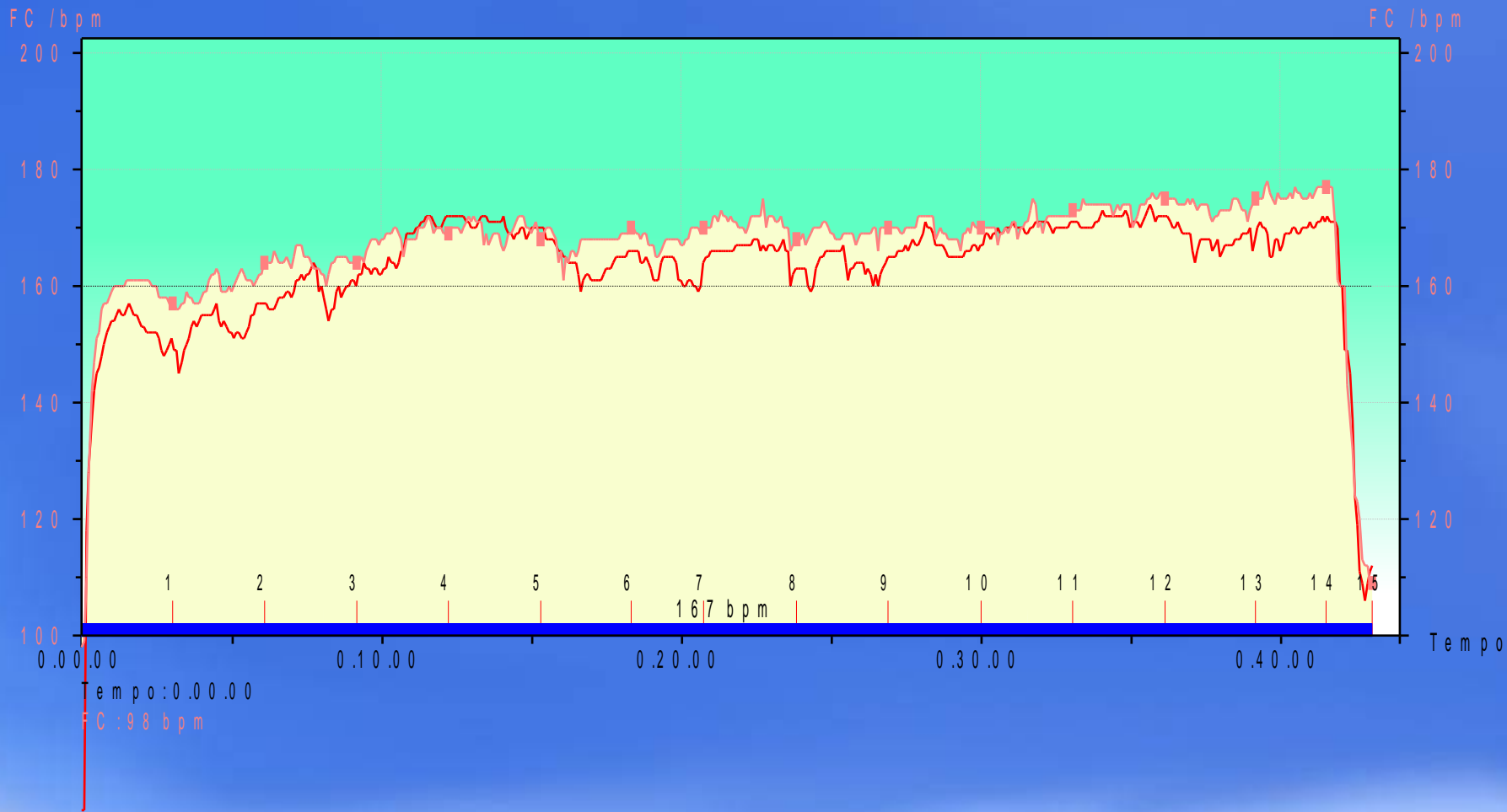
- ✓ Riduzione di circa il 3-5% della FCmax
- ✓ A carichi submassimali la FC aumenta a parità di carico nel periodo di acclimatazione
- ✓ Subisce influenze ambientali (es. la temperatura)
- ✓ Minor sensibilità alle velocità inferiori a quella della soglia anaerobica





|                   |   |             |                     |                   |   |           |             |
|-------------------|---|-------------|---------------------|-------------------|---|-----------|-------------|
| U t e n t e       | St e f a n o B a l d i n i  | D a t a     | 2 1 / 0 7 / 2 0 0 4 | FC m e d i a      | 1 6 7 b p m   | Z o n a 1 | 8 0 - 1 6 0 |
| E s e r c i z i o | S t M o r i t z 5 x 4 0 0 0 m t   | O r a       | 9 . 3 4 . 4 8       | FC m a x          | 1 7 8 b p m   | Z o n a 2 | 8 0 - 1 6 0 |
| S p o r t         | C o r s a   | D u r a t a | 1 . 1 4 . 2 1 . 6   |                   |   | Z o n a 3 | 8 0 - 1 6 0 |
| N o t a           | 5 x 3 0 0 0 + 1 0 0 0 ( 3 0 0 0 r . m . + 1 0 0 0 + f o r t e ) r e c . 3 ' |             |                     | S e l e z i o n e | 0 . 1 8 . 1 0 - 1 . 1 3 . 0 0 ( 0 . 3 8 . 0 5 . 0 ) |           |             |





| No | Esercizio        | Dati       | Cursore FC | FC        | Durata    | Nota                                      |
|----|------------------|------------|------------|-----------|-----------|---|
| 1. | 28/07/2004 10.00 | 28/07/2004 | 70         | 163 / 174 | 0.43.09.2 | 13.560 - condizioni ottimali - media 3'04 |
| 2. | 28/07/2004 16.36 | 28/07/2004 | 98         | 167 / 178 | 0.43.05.5 | 13.560 - molto vento - media 3'03"8       |
| 3. |                  |            |            |           |           |   |
| 4. |                  |            |            |           |           |   |
| 5. |                  |            |            |           |           |   |

# La curva lattato-velocità

- ✓ Facile esecuzione
- ✓ Informazioni sulla cinetica della FC e del lattato a varie velocità
- ✓ Determinazione dei carichi di lavoro
- ✓ Precise indicazioni circa la riduzione della velocità di corsa
- ✓ Controllo pre e post allenamento in quota



# L'esperienza "da campo"



**I principi dell'allenamento in quota  
non si discostano dai principi  
applicati a livello del mare**

# L'esperienza "da campo"

- ✓ Approccio scientifico
- ✓ Intuito personale
- ✓ Conoscenza dell'atleta
- ✓ Capacità di osservazione





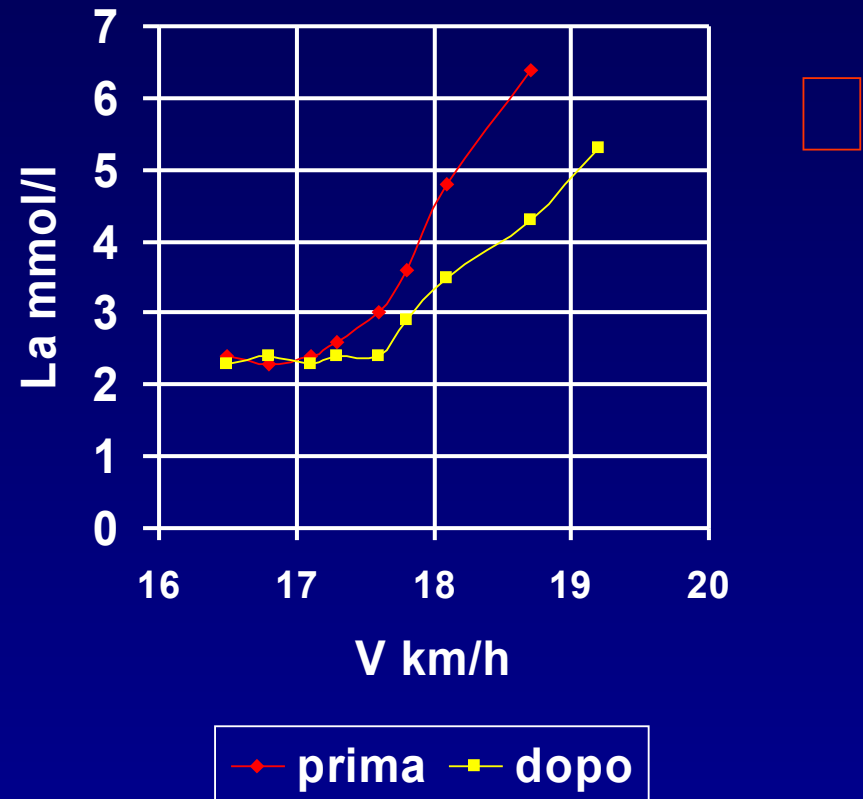
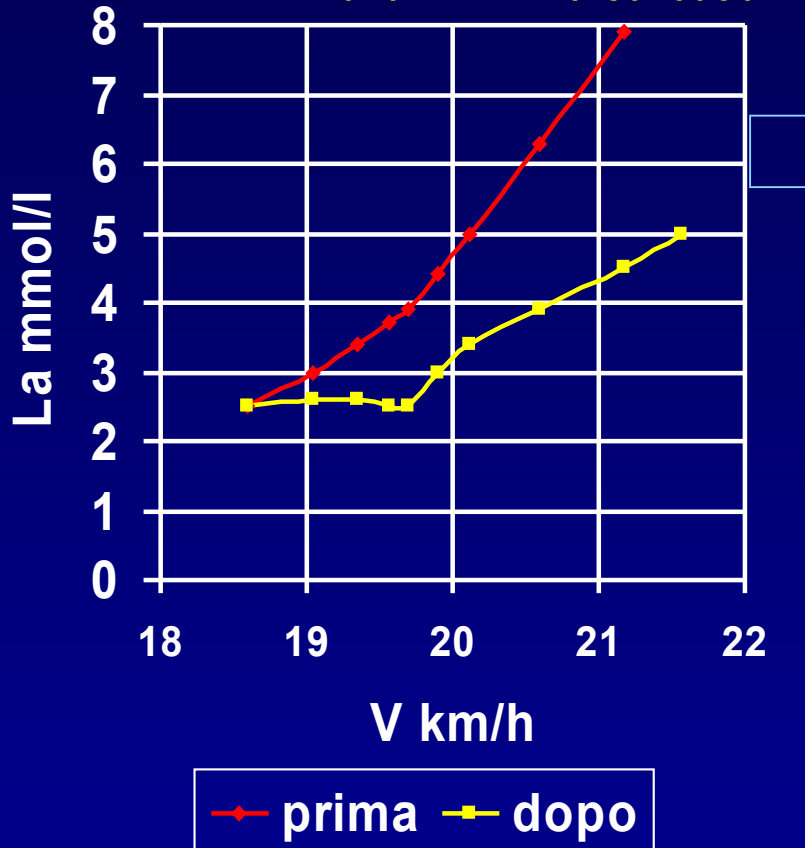
# SESTRIERE

## I LAVORI PIU' SIGNIFICATIVI

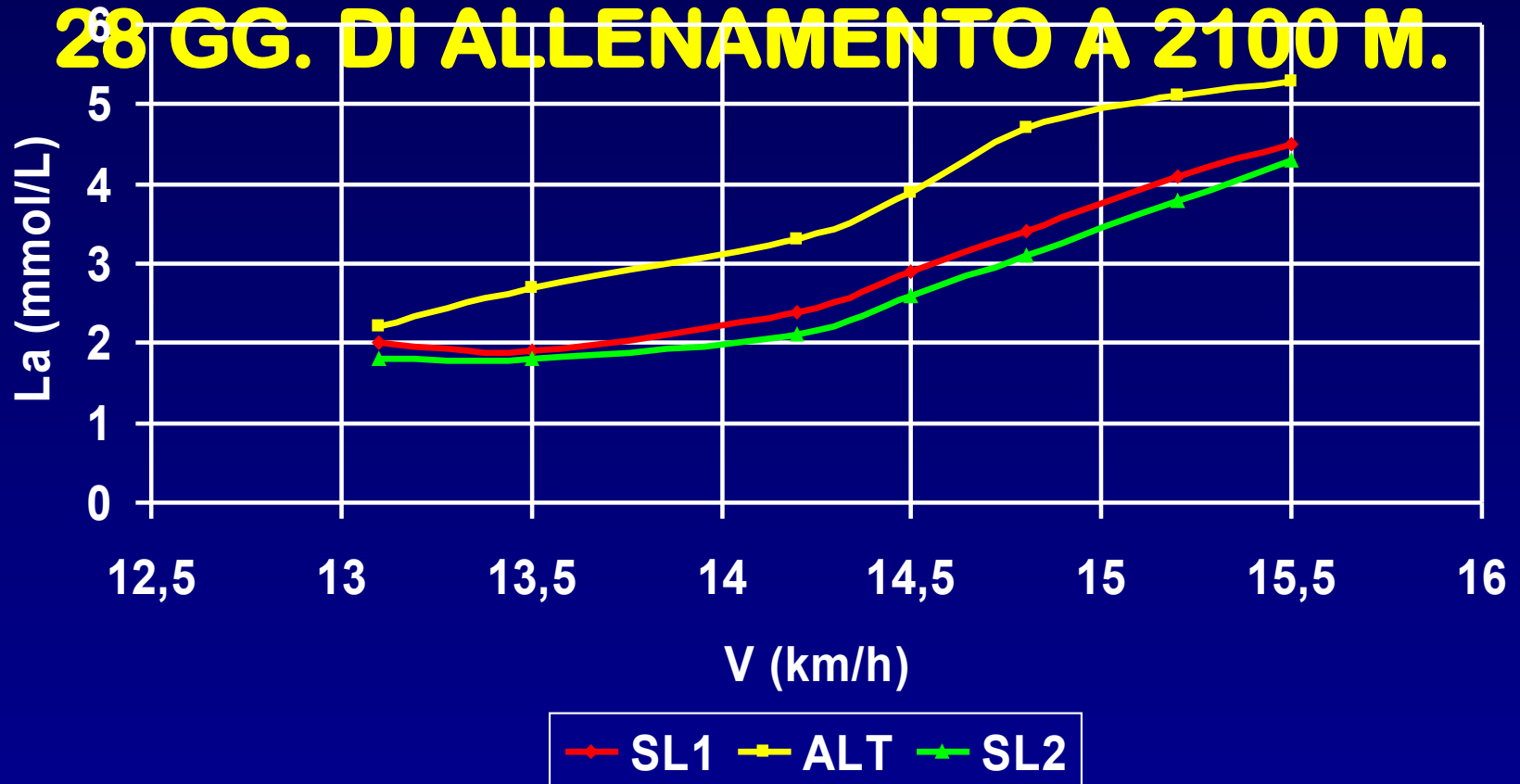
| Lavoro                     | Tempo                | Min al Km          |
|----------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>10000 m (1° giorno)</b> | <b>44'30</b>         | <b>4'27</b>        |
| <b>2 X 7,5 al Km</b>       | <b>34'21 – 33'11</b> | <b>4'34 – 4'25</b> |
| <b>+ 1 X 5000</b>          | <b>21'31</b>         | <b>4'18</b>        |
| <b>5000 m (200-200)</b>    | <b>20'53</b>         | <b>4'10</b>        |
| <b>5000 m</b>              | <b>20'07</b>         | <b>4'01</b>        |
| <b>3 vv 20 Km</b>          | <b>Media 1h30</b>    | <b>4'30</b>        |
| <b>2 vv 10000 m</b>        | <b>Media 43'</b>     | <b>4'18</b>        |
| <b>12 Km</b>               | <b>56'</b>           | <b>4'40</b>        |
| <b>25 Km</b>               | <b>1h58'45</b>       | <b>4'45</b>        |



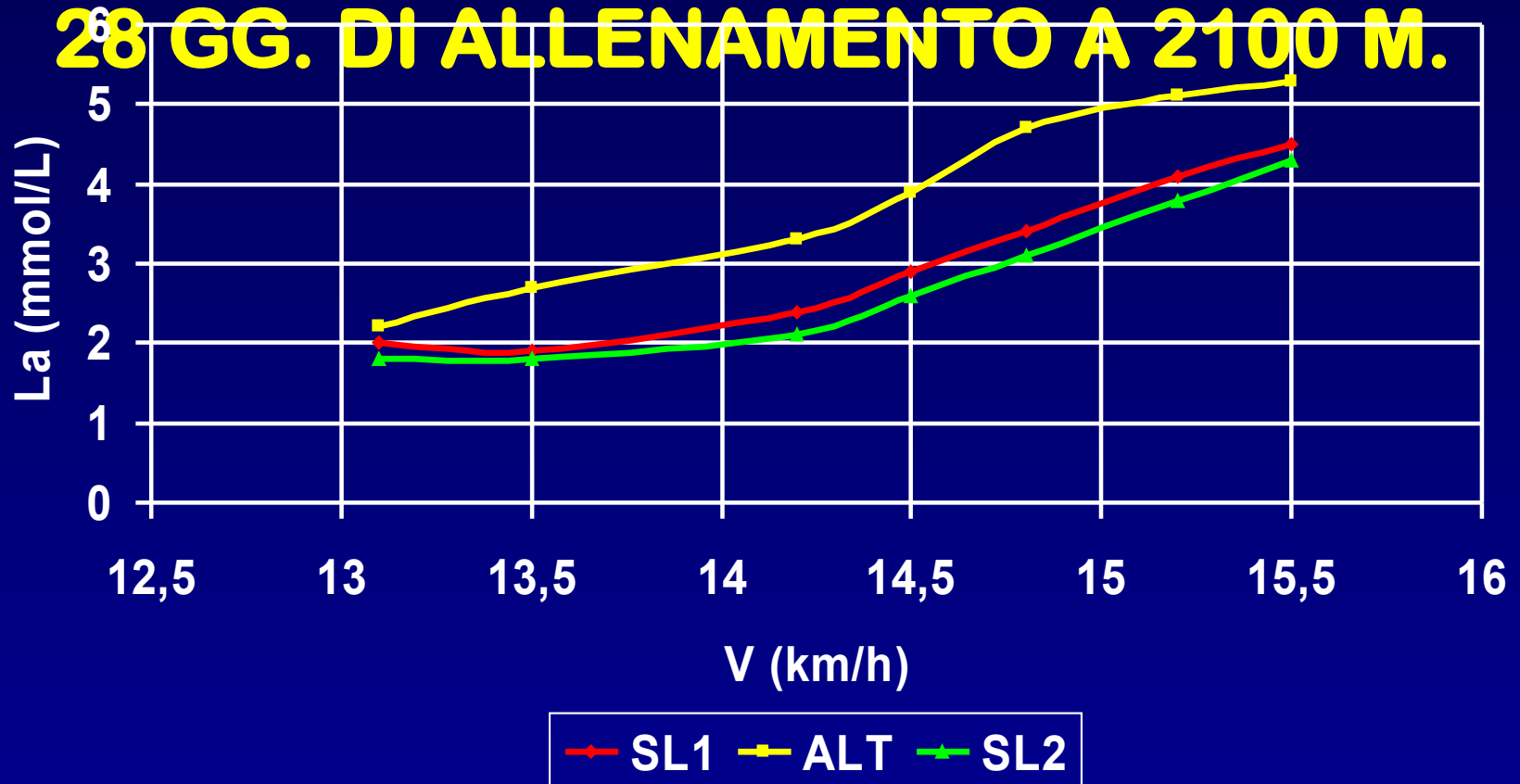
# VARIAZIONE DELLA CURVA LA/V IN DUE MARATONETI PRIMA E DOPO 28 GG. DI ALLENAMENTO A 1800 M.



# VARIAZIONE DELLA CURVA LA/V IN UN MARCIATORE DELLA 20 KM PRIMA E DOPO 28 GG. DI ALLENAMENTO A 2100 M.



# VARIAZIONE DELLA CURVA LA/V IN UN MARCIATORE DELLA 20 KM PRIMA E DOPO 28 GG. DI ALLENAMENTO A 2100 M.





# **PRESUPPOSTI INDIVIDUALI PER L'ALLENAMENTO IN ALTITUDINE**

- **Stato di salute perfetta.**
- **Nervosamente "freschi".**
- **Esperienze precedenti in altura (adattabilità individuale si modifica negli anni)**
- **Buon livello di allenamento raggiunto prima di salire in altura**

# FASI DELL'ALLENAMENTO IN ALTURA PER GARE IN PIANURA

## PRIMA FASE (4-6GG)

Resistenza aerobica

## SECONDA FASE (4-6 gg.)

carichi estensivi + rapidità, evitare carichi molto lattacidi

## TERZA FASE (centrale, principale)

6-8 gg di carico + 2-3 gg di rigenerazione + 6-8 gg carico  
+ 3-4 gg di riadattamento alla pianura

## QUARTA FASE

Riacclimatazione, da 5 a 10 gg instabilità psicofisica, carichi misti  
(fase delicata da gestire giorno per giorno)

## QUINTA FASE

Si sfruttano in modo specifico gli effetti, che possono andare dal  
7° al 10° giorno fino al 30°



# L'esperienza "da campo" per gli atleti con esperienza di allenamento in quota

- Dagli **atleti di alto livello** viene **privilegiata** la metodologia **"live high-train high"**
- Combinare il soggiorno a quote moderate (intorno a 2200 m) con periodi a quote più basse (1600-1800 m)
- Mantenere livelli di **intensità e volume** di allenamento simili a quelli a livello del mare

# I consigli per l'Ultraendurance

- L'ipossia diventa uno **stimolo importante** che si **aggiunge ai già alti volumi** di allenamento.
- Monitorare gli effetti del carico allenante per evitare fenomeni di sovrallenamento.
- Solo **dopo alcune esperienze** in quota è possibile cercare di **mantenere intensità e volumi simili a quelli del I.d.m.**
- Le prime volte in quota è raccomandata la massima **prudenza.**

# I consigli per l'Ultraendurance

- Controllare lo **stato di salute**
- Idratazione
- **Dieta (carboidrati)**



# I consigli per l'Ultraendurance

- Considerare la **tipologia dei percorsi** in montagna (continui saliscendi con pendenze importanti).
- Sarebbe opportuno disporre di un circuito **relativamente pianeggianti** per realizzare gli opportuni lavori sul ritmo.
- Le salite e le discese possono costituire un valido abbinamento tra il **lavoro organico a quello sulla forza**, anche se bisogna prestare la massima attenzione per il rischio di sovraffaticare le strutture (ossa, legamenti, tendini).

# Per riassumere...

- ✓ Conoscere gli **effetti fisiologici dell'altitudine**
- ✓ Conoscere la **risposta dell'atleta** all'ipossia
- ✓ Scegliere la **metodologia di allenamento** più adatta
- ✓ **Individualizzare e controllare** i carichi allenanti





# Per riassumere...

- ✓ Monitorare lo **stato di salute** degli atleti
- ✓ **I periodi di allenamento** in quota devono essere programmati con largo anticipo
- ✓ Focalizzare il training su **un aspetto principale**
- ✓ **Combinare il soggiorno** a quote alte (oltre i 2200 m) con l'allenamento a quote più basse (1600-1800 m)





**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**