

## **MIGLIORAMENTO DELLE CAPACITA' PRESTATIVE AEROBICHE IN CORRIDORI E MARCIATORI DOPO UN MESE DI ALLENAMENTO AD ALTA QUOTA**

*F. CONCONI, M. FERRARI, P. DROGHETTI, P.G. ZIGLIO \*, L. CODECA' \*\*,  
G.P. LENZI \*\*\**

*Relazione scientifica della Spedizione in Messico (Agosto-Settembre 1979) organizzata dal Centro Studi e Ricerche della F.I.D.A.L., dalla Scuola Centrale dello Sport e dall'Ufficio di Preparazione Olimpica del C.O.N.I.*

### **INTRODUZIONE**

Il problema degli effetti dell'altitudine sulle capacità prestantive del fondista, sperimentato sporadicamente da scuole di ricerca medico-sportiva diverse, non ha raggiunto unanimità di risultati.

Nonostante l'incertezza dei dati disponibili, atleti di fama internazionale si sono frequentemente sottoposti a periodi di allenamento in quota, specialmente nei mesi precedenti importanti impegni internazionali (es. Olimpiadi), nell'intento di migliorare le loro capacità prestantive.

Finora l'allenamento in altitudine è stato effettuato secondo due modalità sostanzialmente differenti:

1) la prima con soggiorno-allenamento in alta quota (sopra i 3600-4000 m).

Teoricamente il vantaggio derivato da questo allenamento è la notevole carenza di O<sub>2</sub>, sia in condizione di riposo sia, a maggior ragione, durante il lavoro atletico. La condizione di ipossia rappresenterebbe lo stimolo allenante per le strutture cardiovascolari e periferiche.

D'altro canto la riduzione della quantità di O<sub>2</sub> disponibile è tale da limitare fortemente lo svolgimento di lavori muscolarmente impegnativi, con conseguente possibile scadimento delle cosiddette « qualità muscolari ».

\* Cattedra di Biochimica Applicata dell'Università degli Studi di Ferrara. Centro Studi e Ricerche F.I.D.A.L.

\*\* Divisione di Cardiologia dell'Arcispedale Sant'Anna, Ferrara.

\*\*\* F.I.D.A.L. Settore Tecnico

2) La seconda modalità prevede soggiorno-allenamento a quote d'altezza attorno ai 2000 m. Questo tipo di allenamento è stato seguito da moltissimi atleti. Rispetto al precedente questo soggiorno in altura, a fronte di uno stimolo ipossico meno efficace in condizioni di riposo e di lavoro blando, permette lo svolgimento di lavori muscolarmente più impegnativi.

In generale gli atleti riferiscono di trarre vantaggio dai soggiorni in altitudine; manca però una documentazione scientifica in merito.

Già da qualche anno ci eravamo proposti di valutare gli effetti dell'alta quota sulle capacità prestantive aerobiche del fondista, utilizzando un particolare tipo di soggiorno in montagna che assommasse possibilmente i vantaggi delle due metodiche sopra riferite, eliminandone le rispettive carenze.

Si trattava in sintesi di far soggiornare l'atleta ad alta quota (sopra i 3500 m) in condizioni alle quali, sia teoricamente che sperimentalmente, l'emoglobina è soltanto parzialmente ossigenata (1, 2), creando condizioni di ipossia anche nei periodi di non allenamento. Al tempo stesso l'atleta giornalmente sarebbe sceso ai 2000 m per l'esecuzione dell'allenamento.

Questo schema di soggiorno-allenamento in altitudine fu da noi sperimentato in via preliminare su tre fondisti nell'estate del 1977. Massimo Magnani, Gabriele Barbaro e Franco Ambrosioni soggiornarono per 15 giorni al rifugio Torino (3475 m s.l. m.), scendendo due volte al giorno a Courmayeur in funivia per l'allenamento. Il test Conconi (3), eseguito subito prima e dopo il soggiorno in quota, permise di verificare un miglioramento delle capacità prestantive aerobiche.

Nove giorni dopo il rientro dalla montagna i tre atleti stabilirono il loro record personale sui 10.000 m.

Non si riscontrarono aumenti né della concentrazione ematica di emoglobina né soprattutto della escrezione urinaria di eritropoietina, dosata nelle fasi iniziali del soggiorno (nel periodo cioè in cui i livelli urinari dell'ormone avrebbero dovuto essere elevati, 4). Questi due fatti suggerirono che i 3475 m s.l.m. del rifugio Torino non costituissero per i tre atleti uno stimolo ipossico sufficientemente elevato. Se ne concluse che i vantaggi, se reali, erano dipesi dall'allenamento bigiornaliero condotto ai 1600-2000 m di Courmayeur.

L'esperimento al rifugio Torino, pur suggerendo effetti positivi del soggiorno-allenamento in quota, fu ritenuto inadeguato sia perché gli atleti studiati furono solo tre, sia perché lo stimolo ipossico dei 3475 m risultò trascurabile.

Abbiamo quindi programmato un secondo esperimento da condurre con più atleti ed a quote di soggiorno più elevate (4000 s.l.m.). L'occasione per il suo realizzarsi è stata quella delle Universiadi di Città del Messico (Agosto-Settembre 1979).

La realizzazione è avvenuta grazie all'intervento del Centro Studi e Ricerche della F.I.D.A.L., della Scuola Centrale dello Sport del C.O.N.I. e dell'Ufficio di Programmazione Olimpica del C.O.N.I.

## MODALITA' DELL'ESPERIMENTO

Hanno partecipato all'esperimento 5 maratoneti, 3 mezzofondisti e 2 marciatori, nonché 2 accompagnatori praticanti la corsa a livello amatoriale: tutti, in linea generale, hanno continuato in quota il modello di allenamento abituale.

Il rifugio Tlamacas, situato sulle pendici del vulcano Popocatepetl a 3998 m s.l.m., distante un centinaio di Km da Città del Messico, è stato prescelto come sede di pernottamento in alta quota. Gli atleti hanno soggiornato in questo rifugio durante tutto il mese dell'esperimento, trasferendosi giornalmente, con pulmini, ad Amecameca (2400-2600 m s.l.m.) distante 30 Km dal rifugio, o a Città del Messico (2200 m s.l.m. distante circa 100 Km) per l'allenamento.

Per gli atleti è stato programmato un allenamento bigiornaliero, i cui ritmi venivano stabiliti in base ai risultati del test Conconi, attenendosi ai seguenti criteri generali:

### a) *marciatori*

— Seduta del mattino di 60'-100' ad Amecameca basata sulla marcia ad andatura uniforme a velocità inferiori del 15-20% a quella di « innesco » ( $V_i$ , vedi sezione « Modalità di verifica »).

— Seduta del pomeriggio a Città del Messico basata o su lavori continui ad andatura uniforme e ritmo medio (inferiore del 10% a  $V_i$ ); o su lavori uniformi a ritmo veloce (alla  $V_i$ ); o infine su lavori di prove ripetute di 1000-2000 e 3000 m (a ritmi uguali o superiori a  $V_i$ ).

### b) *maratoneti e mezzofondisti*

— Seduta del mattino di 40-60' ad Amecameca o a Città del Messico basata sulla corsa uniforme a ritmo lento (15-20% inferiore a  $V_i$ ) o medio (10% inferiore a  $V_i$ ).

— Seduta del pomeriggio a Città del Messico a base o di lavori continui ed uniformi ad andatura lenta (15% inferiore a  $V_i$ ); o di lavori continui medio-veloci (5% inferiore o uguale a  $V_i$ ); o infine di prove ripetute a velocità superiori a  $V_i$ .

Naturalmente nei maratoneti le percentuali dei vari tipi di lavoro sono risultate differenti da quelle dei mezzofondisti, come si può rilevare dalle schede dei singoli atleti (vedi oltre).

## MODALITA' DI VERIFICA DEGLI EFFETTI DEL SOGGIORNO-ALLENAMENTO IN QUOTA

Gli atleti sono stati sottoposti alle seguenti verifiche:

### 1) *Test Conconi*

Il test permette di valutare sul campo la « potenza aerobica pura » di un atleta. In particolare indica la velocità di corsa ( $V_i$ ) alla quale i

meccanismi anaerobici di produzione di ATP si aggiungono a quelli aerobici, con produzione nei muscoli di quantità sensibili di acido lattico. Il test permette di quantificare il grado di forma aerobica di un atleta e conseguentemente di impostare un programma di allenamento adeguato per intensità, quantità e tipo alle capacità prestantive del momento.

Per l'esecuzione strumentale del test abbiamo utilizzato un elettrocardiografo dinamico (Heart Corder type 6602A della San-Ei, Giappone) strumento che ha permesso tra l'altro di verificare il *tracciato ECG da riposo e da sforzo* in ogni singolo atleta. Il test è stato eseguito a Ferrara subito prima della partenza, a Città del Messico ogni 7 giorni durante il mese in quota, e di nuovo a Ferrara a distanza di 7, 15 e 30 giorni dal rientro.

## 2) Concentrazione ematica dell'emoglobina

E' stata dosata prima della partenza, ogni 10 giorni durante il soggiorno in altura, e a 7 e 15 giorni dal ritorno. Inoltre gli effetti del soggiorno sono stati verificati dai *risultati agonistici* dei partecipanti al loro ritorno a livello del mare.

## I RISULTATI DEI SINGOLI ATLETI

Dei 12 soggetti partecipanti all'esperimento, solo 10 hanno potuto effettuare il programma previsto. 2 atleti sono stati costretti, per diversi motivi, ad interrompere il programma di allenamento prefissato: Massimo Magnani per il riacutizzarsi di una fascite plantare al piede sinistro, Anelio Bocci per una forma influenzale dalla quale l'atleta si è ripreso completamente solo dopo il ritorno in Italia. Conseguentemente questi 2 atleti non possono essere presi in considerazione nella valutazione dei risultati.

I risultati vengono presentati atleta per atleta in tabelle che riferiscono dati del test, valori di emoglobina e prestazioni nelle gare al ritorno; viene inoltre presentato per ogni atleta un grafico che riporta i dati dei tests eseguiti.

## PROBLEMI MEDICO-SANITARI AFFRONTATI DURANTE LA SPEDIZIONE

Nei primissimi giorni di permanenza ad alta quota gli atleti hanno accusato modeste cefalee, sensazioni vertiginose ed insonnia, disturbi che sono scomparsi dopo 3-4 giorni.

Buona parte dei componenti la spedizione è stata colpita da una epidemia influenzale attorno al 20° giorno di permanenza.

In letteratura è descritta una « crisi surrenalica » attorno al 21° giorno di permanenza in alta quota; non siamo in grado di stabilire una correlazione tra epidemia influenzale ed eventuale « insufficienza surrenalica ».

Nonostante la precarietà delle condizioni igienico-alimentari non si sono verificati che sporadici casi di gastroenterite.

Si noti che a scopo profilattico e terapeutico si è ritenuto opportuno inserire nella dieta degli atleti una abbondante razione quotidiana di formaggio grana (6, 7).

A tutti i componenti la spedizione sono stati somministrati regolarmente preparati a base di ferro e di vitamine.

Alcuni atleti (P.L., P.O., S.C.) hanno accusato al ritorno in Italia dolori muscolari persistenti agli arti inferiori.

#### *Aspetti elettrocardiografici*

L'elettrocardiogramma si è dimostrato normale a riposo e sotto sforzo solamente in 2 atleti dei 12 partecipanti all'esperimento. Nei rimanenti 10 si sono documentate a riposo alcune anomalie elettrocardiografiche: ripolarizzazione precoce in 7 casi, ritmi ectopici atriali o nodali in 2 casi, blocco A-V di 1° in 1 caso; tali anomalie regredivano sotto sforzo. Inoltre si sono documentate extrasistoli ventricolari durante lo sforzo e/o nel primo recupero in 6 atleti. Come riportato in letteratura e come noi stessi riscontriamo frequentemente, il riscontro di extrasistoli ventricolari durante lo sforzo è di non rara osservazione in atleti praticanti varie discipline sportive.

In concomitanza con l'epidemia influenzale che ha interessato manifestamente 10 atleti dal 20° al 25° giorno di permanenza in quota, si è documentata l'insorgenza ex novo di extrasistoli ventricolari in 3 atleti e un loro aumento di frequenza in 2 atleti. Sempre nello stesso periodo un atleta ha evidenziato a riposo un ritmo ectopico atriale e contemporaneamente sensazione soggettiva di fatica abnorme durante il lavoro, nonché un calo delle capacità prestantive valutate sia col test Conconi sia in gara.

Questa « epidemia » di aritmie è regredita prima della fine del soggiorno in altitudine, come documentato dai tracciati ECG eseguiti pochi giorni prima della partenza; esso non appare quindi da imputare tanto allo « stress » dell'alta quota quanto alla sindrome influenzale.

BORDIN GELINDO - Specialità praticata: *Mezzofondo*

$V_i$  prima della partenza: 20,2 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 20,2 Km/ora

Incremento  $V_i$ : 0

$H_b$  prima della partenza: 14,9 g%

$H_b$  al ritorno: 14,6 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 601

Fondo lento (3'50"-4'10"/Km): Km 460

Fondo medio-veloce (3'06"-3'20"/Km): Km 92

Prove ripetute (2'40-3'/Km): Km 38

Resistenza alla velocità e velocità: Km 11

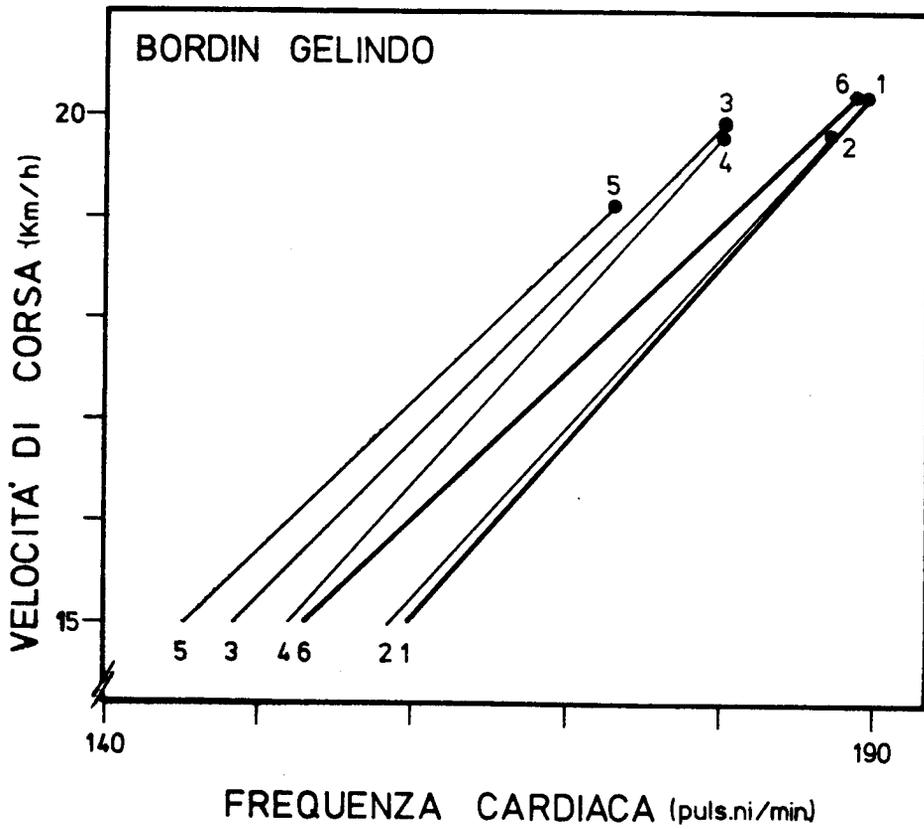
*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

Non ha gareggiato

*Nota tecnica*

Una lunga e brillante stagione agonistica, a cui si è aggiunto il severo impegno che l'esperimento in altitudine comportava, ha probabilmente tolto smalto alla condizione dell'atleta, sempre impegnato a dare il massimo di sé.

Al rientro dal Messico una serie di contrattempi ed una diminuita determinazione lo hanno tenuto lontano dalle gare. I tests eseguiti dopo il soggiorno in quota sono 2: uno a 4 giorni e uno a 30 giorni dal ritorno. Inoltre al momento del 2° test l'atleta aveva interrotto da 10 giorni gli allenamenti.



Risultati dei tests eseguiti su Bordin Gelindo.

I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza; da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_{i.}$ . Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

FABBRI STEFANO - Specialità praticata: *Maratona*

$V_i$  prima della partenza: 20,0 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 19,6 Km/ora

Decremento  $V_i$ : —2%

$H_b$  prima della partenza: 14,7 g%

$H_b$  al ritorno: 14,6 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 762

Fondo lento (3'40"-4'10"/Km): Km 687

Fondo medio-veloce (3'10"-3'25"/Km): Km 36

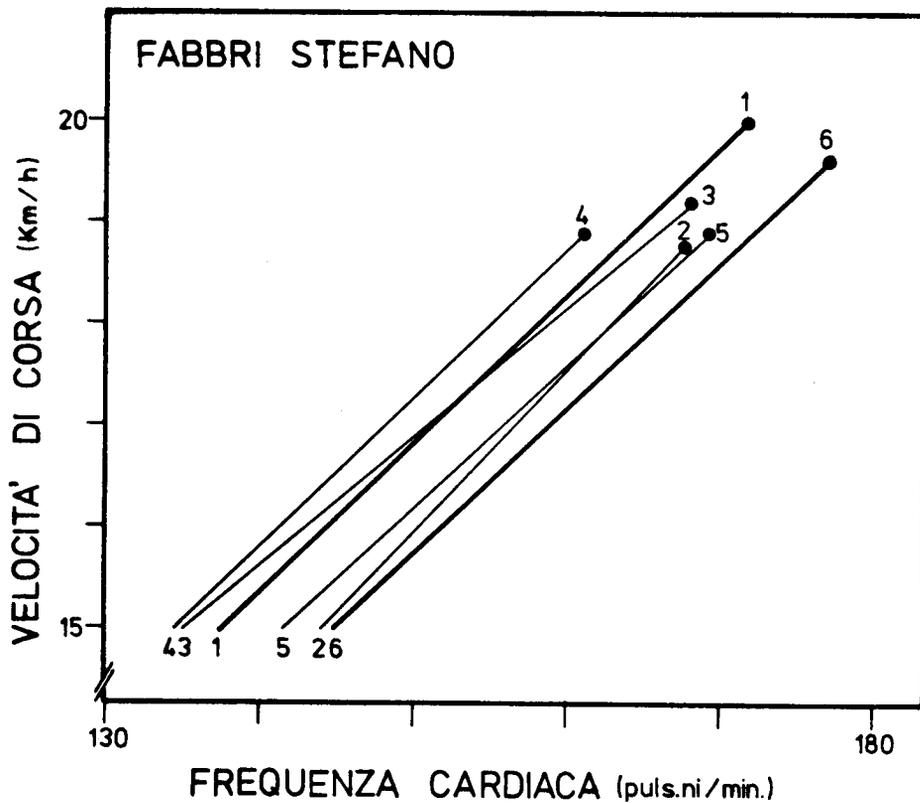
Prove ripetute (3'00"/Km e più veloci): Km 39

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

Non ha gareggiato

*Nota tecnica*

L'atleta, ipermotivato, ha svolto un carico di lavoro superiore al suo standard abituale, non riuscendo forse ad assimilarlo completamente. L'atleta ha risentito in modo particolare dello stress per i continui trasferimenti: ciò spiega come verso il termine del soggiorno, la sua condizione sia progressivamente scaduta. Queste ragioni e un lieve incidente stradale, al rientro in sede, hanno tolto motivazione all'atleta che tornato a livello del mare ha condotto allenamenti non continuativi e non ha gareggiato.



Risultati dei tests eseguiti su Fabbri Stefano

I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza; da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_i$ . Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

FERRARI MICHELE - *Amatore*

$V_i$  prima della partenza: 17,4 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 18,0 Km/ora

Incremento  $V_i$ : +3,44%

$H_b$  prima della partenza: 14,6 g%

$H_b$  al ritorno: 15,8 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 393

Fondo lento-medio (4'40"-4'00"/Km): Km 374

Fondo veloce (3'40"-3'50"/Km): Km 9

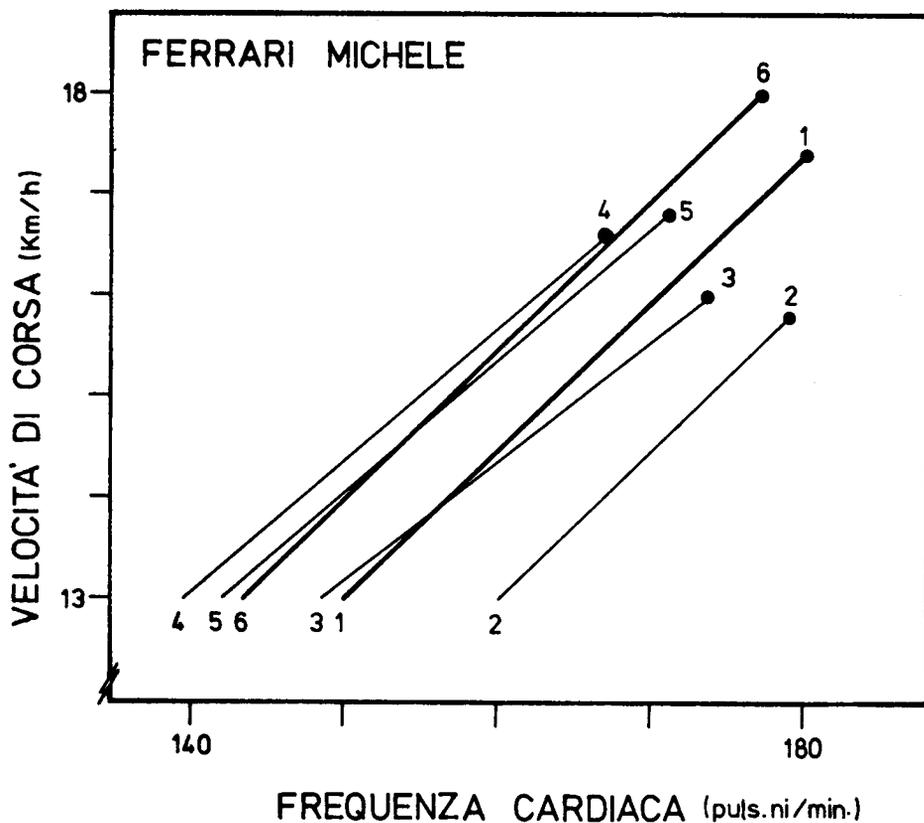
Prove ripetute e allunghi: Km 10

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

Buoni piazzamenti in gare amatoriali su strada

*Nota tecnica*

L'atleta ha sostenuto un carico di lavoro mensile inferiore, sia quantitativamente che qualitativamente, a quello da lui svolto abitualmente; nonostante ciò, al ritorno dal soggiorno in altitudine, ha ottenuto prestazioni agonistiche a livello delle sue migliori.



Risultati dei tests eseguiti su Ferrari Michele.

I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza; da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la V.  
Sono omessi i dati oltre l'innescò per comodità di espressione grafica.

GANDOSSÌ GIANCARLO - Specialità praticata: *Marcia*

$V_i$  prima della partenza: 13,2 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 14,0 Km/ora

Incremento  $V_i$ : +6,06%

$H_b$  prima della partenza: 14,1 g%

$H_b$  al ritorno: 14,5 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 526

Fondo lento (6'00"/Km): Km 180

Fondo medio (5'30"-5'40"/Km): Km 275

Fondo veloce (4'30"-5'00"/Km): Km 14

Prove ripetute (4'30" e più veloci): Km 57

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

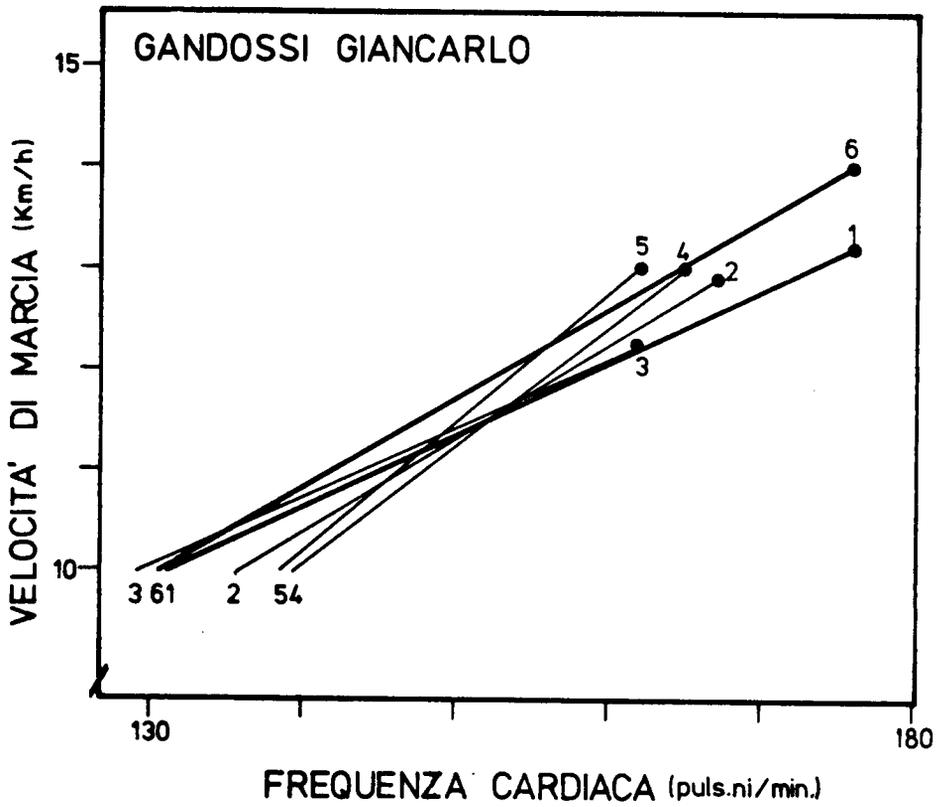
39-9-1979: Francoforte - 20 Km su strada in 1h25'30" Record personale (Record precedente 1h30'35").

8-10-1979: Trento - 10 Km su pista in 42'39" Record personale (Record precedente 44'14").

16-10-1979: Carate Brianza - 20 Km su strada in 1h27'42".

*Nota tecnica*

Vedi Mattioli Carlo



Risultati dei tests eseguiti su Gandossi Giancarlo.  
 I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza; da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_m$ .  
 Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

LENZI GIANPAOLO - *Amatore*

$V_i$  prima della partenza: 14,8 Km/ora  
 $V_i$  al ritorno: 16,5 Km/ora  
Incremento  $V_i$ : +11,48%  
 $H_b$  prima della partenza: 16,4 g%  
 $H_b$  al ritorno: 15,9 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

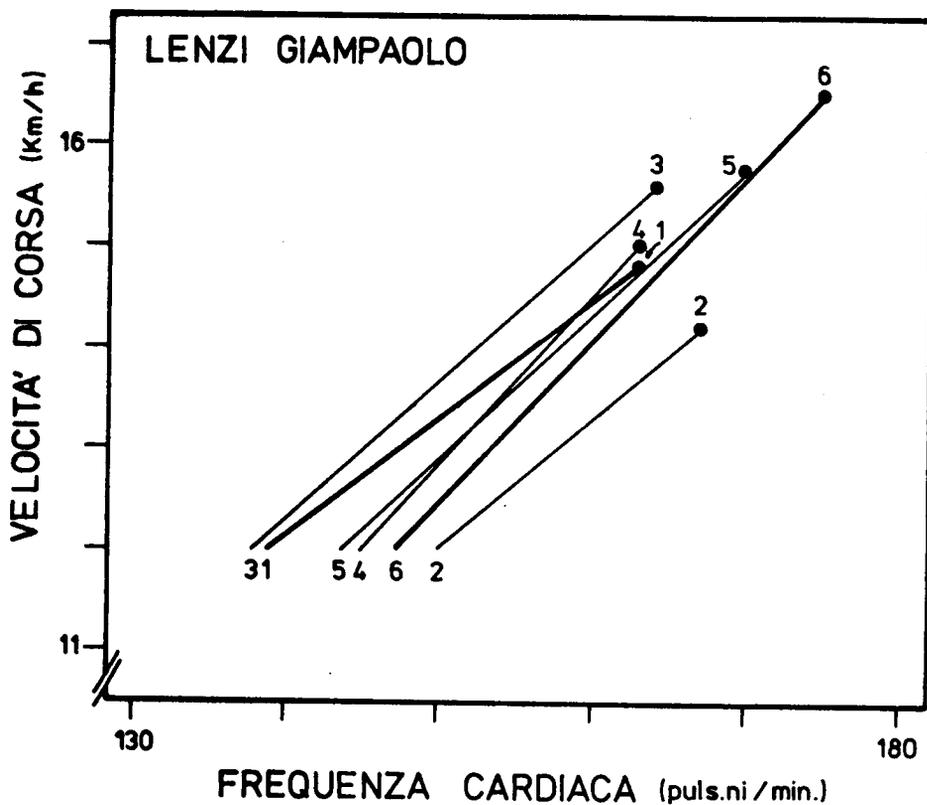
Quantità totale: Km 228  
Fondo lento (4'40"-5'20"/Km): Km 208  
Fondo medio-veloce (4'00'-4'20"/Km): Km 12  
Prove ripetute e allunghi: Km 8

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

Ottimi piazzamenti in gare amatoriali su strada.

*Nota tecnica*

I cospicui progressi generali sono sicuramente attribuibili al soggiorno in altitudine, poiché l'atleta ha continuato a svolgere l'identico lavoro quotidiano, di modesta entità sul piano della quantità e qualità, che già svolgeva in pianura.



Risultati dei tests eseguiti su Lenzi Gian Paolo.  
 I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza;  
 da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_m$ .  
 Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

MARCHEI MARCO - Specialità praticata: *Maratona*

$V_i$  prima della partenza: 20,8 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 21,2 Km/ora

Incremento  $V_i$ : +1,92%

$H_b$  prima della partenza: 14,7 g%

$H_b$  al ritorno: 15,2 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 729

Fondo lento (3'40''-4'10''/Km): Km 620

Fondo medio-veloce (3'08''-3'20''/Km): Km 75

Prove ripetute (3'00''/Km e più veloci): Km 34

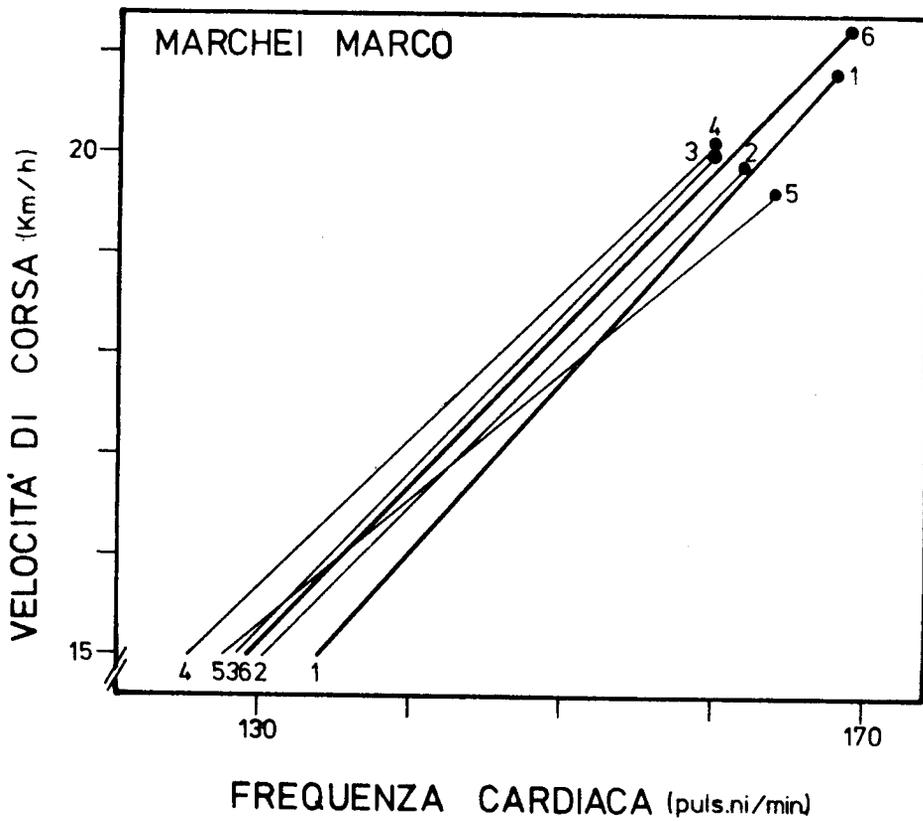
*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

29-9-1979 Spalato - Maratona: 2° classificato \*

\* Il percorso di gara è risultato essere inferiore alla distanza regolamentare. L'atleta comunque ha sicuramente migliorato il suo record personale sulla distanza (2h15'22'').

*Nota tecnica*

Durante il soggiorno in altitudine l'atleta ha seguito lo schema di lavoro abituale.



Risultati dei tests eseguiti su Marchei Marco.  
 I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza;  
 da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_{i\max}$ .  
 Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

MATTIOLI CARLO - Specialità praticata: *Marcia*

$V_i$  prima della partenza: 13,5 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 14,2 Km/ora

Incremento  $V_i$ : + 5,18%

$H_b$  prima della partenza: 15,4 g%

$H_b$  al ritorno: 14,7 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 537

Fondo lento (6'00"/Km): Km 186

Fondo medio (5'30"-5'40"/Km): Km 286

Fondo veloce (4'30"-5'00"/Km): Km 14

Prove ripetute (4'30" e più veloci): Km 51

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

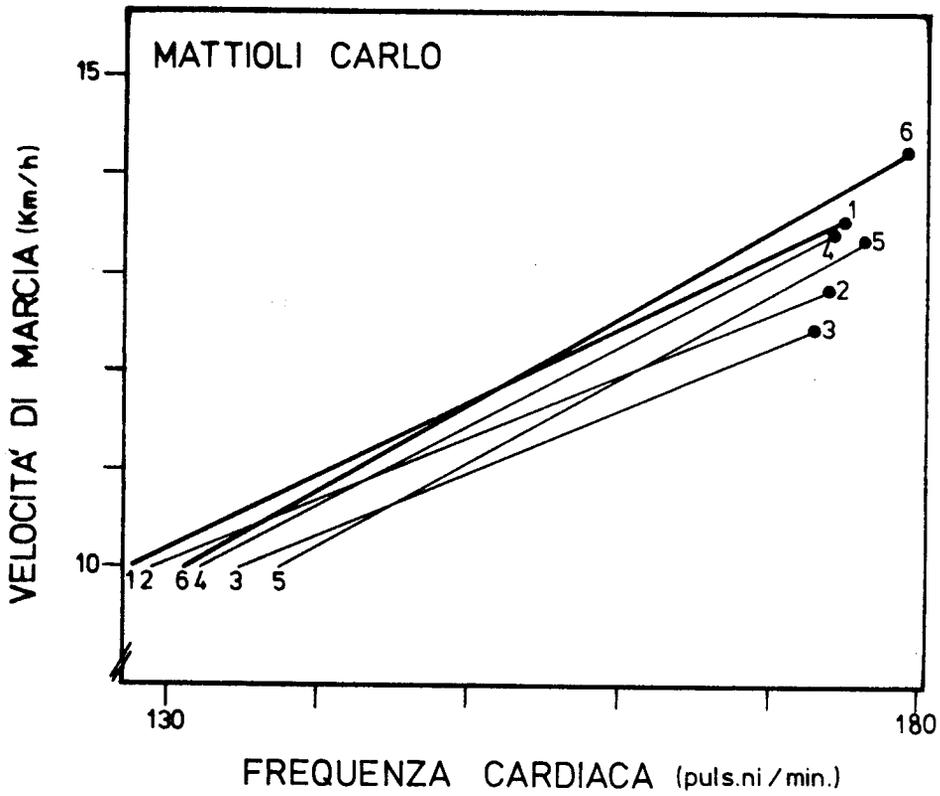
21-9-1979, Spalato - 20 Km su strada in 1h24'55" Record Pers.

14-10-1979, Carate Brianza - 20 Km su strada in 1h26'55"

11-11-1979, Detroit - 20 Km su pista in 1h26'38" Record Pers. (Primo precedente 1h30'04").

*Nota tecnica*

L'atleta (come l'altro marciatore Gandossi) nel corso degli allenamenti svolti in altura ha sensibilmente incrementato la velocità del fondo medio e lento (marciati rispettivamente a velocità del 10% e 15% inferiori a  $V_i$ ) rispetto a quella solitamente adottata.



Risultati dei tests eseguiti su Mattioli Carlo.  
 I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza;  
 da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_i$ .  
 Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

PIMAZZONI LORIS - Specialità praticata: *Mezzofondo*

$V_i$  prima della partenza: 19,2 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 20,0 Km/ora

Incremento  $V_i$ : +4,16%

$H_b$  prima della partenza: 15,5 g%

$H_b$  al ritorno: 13,2 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 590

Fondo lento (3'50"-4'10"/Km): 456

Fondo medio-veloce (3'10"-3'20"/Km): Km 82

Prove ripetute (2'40"-3'/Km): Km 40

Resistenza alla velocità e velocità: Km 12

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

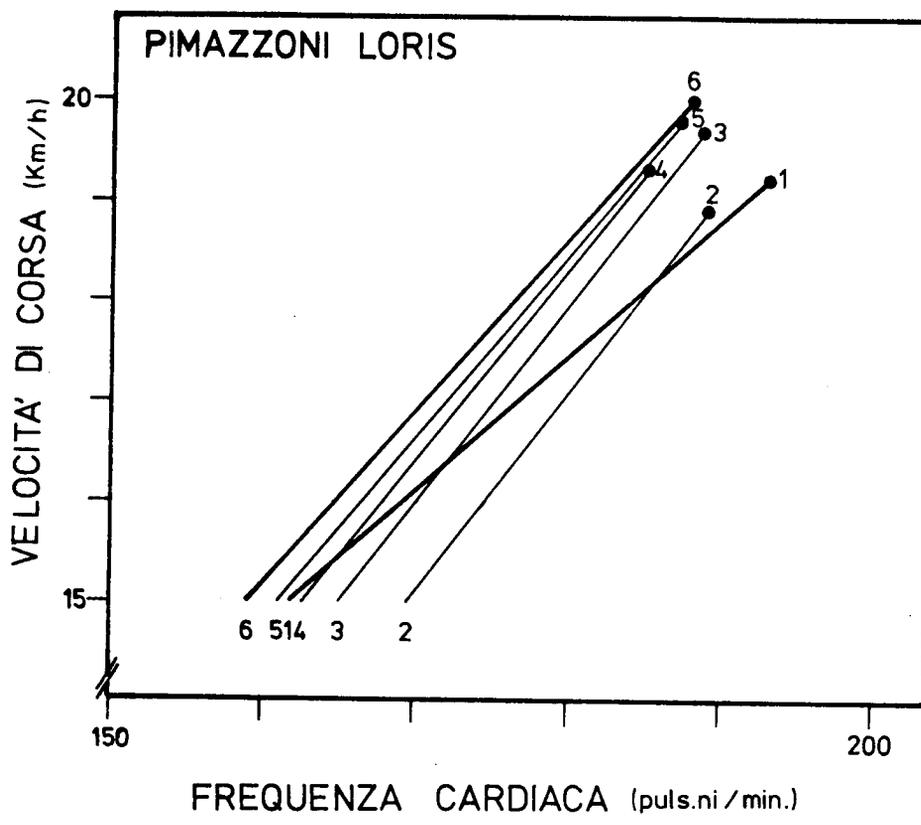
16-9-1979, Rovereto - 5000 m in 14'14"4

19-9-1979, Bologna - 5000 m in 14'00"3 (Record personale 13'57"5)

*Nota tecnica*

L'atleta nella prima parte della stagione aveva realizzato tutti i suoi primati personali (800-1500-5000-10000). In seguito la condizione è scaduta notevolmente, come messo in evidenza dal modesto valore di  $V_i$  prima della partenza per il Messico e dai non brillanti risultati agonistici.

Al ritorno dal soggiorno in altura ha gareggiato due volte sui 5000 m, avvicinandosi molto alle sue prestazioni primaverili. Quasi subito però ha accusato dolori muscolari insistenti agli arti inferiori, che gli hanno impedito di gareggiare ulteriormente.



Risultati dei tests eseguiti su Pimazzoni Loris.  
 I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza; da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_i$ .  
 Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

PIZZOLATO ORLANDO - Specialità praticata: *Maratona*

$V_i$  prima della partenza: 19,7 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 20,4 Km/ora

Incremento  $V_i$ : +3,55%

$H_b$  prima della partenza: 15,8 g%

$H_b$  al ritorno: 15,0 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 743

Fondo lento (3'40''-4'10''/Km): Km 616

Fondo medio-veloce (3'08''-3'25''/Km): Km 92

Prove ripetute (3'00''/Km e più veloci): Km 35

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

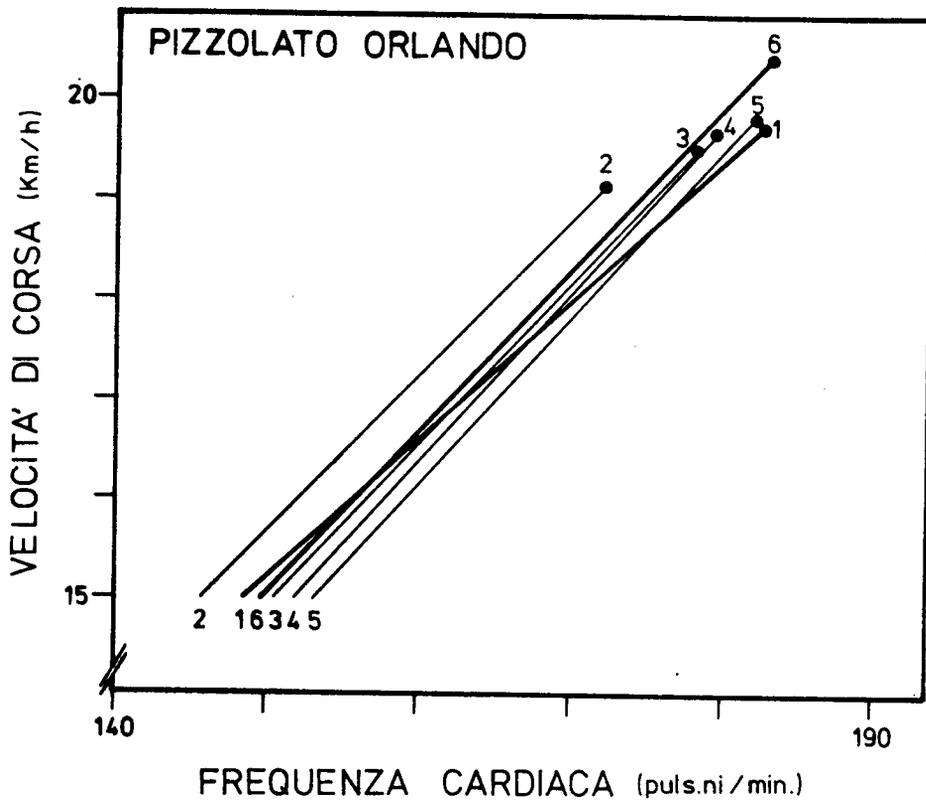
19-9-1979, Bologna - 5000 m in 14'04'' Record Personale (14'22'' Primato precedente)

29-9-1979, Spalato - Maratona: 5° classificato \*

\* Il percorso di gara è risultato essere inferiore alla distanza regolamentare. L'atleta comunque ha probabilmente migliorato il suo record personale sulla distanza (2h17'28'').

*Nota tecnica*

Durante il soggiorno in altitudine l'atleta ha seguito lo schema di lavoro abituale.



Risultati dei tests eseguiti su Pizzolato Orlando.  
 I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza;  
 da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_i$ .  
 Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

SOLONE CLAUDIO - Specialità praticata: *Mezzofondo*

$V_i$  prima della partenza: 20,2 Km/ora

$V_i$  al ritorno: 20,7 Km/ora

Incremento  $V_i$ : +2,47%

$H_b$  prima della partenza: 14,6 g%

$H_b$  al ritorno: 15,5 g%

*Allenamento svolto nei 30 giorni di soggiorno in quota*

Quantità totale: Km 807

Fondo lento (3,40''-4'00''/Km): Km 610

Fondo medio-veloce (3'05''-3'20''/Km): Km 153

Prove ripetute (3'00''/Km e più veloci): Km 44

*Risultati delle gare al ritorno in pianura*

19-9-1979, Bologna - 5000 m in 13'58''1 Record personale (14'00''1 Primato precedente)

24-9-1979, Milano - 10000 m in 28'53''2 Record personale (29'07''7 Primato precedente)

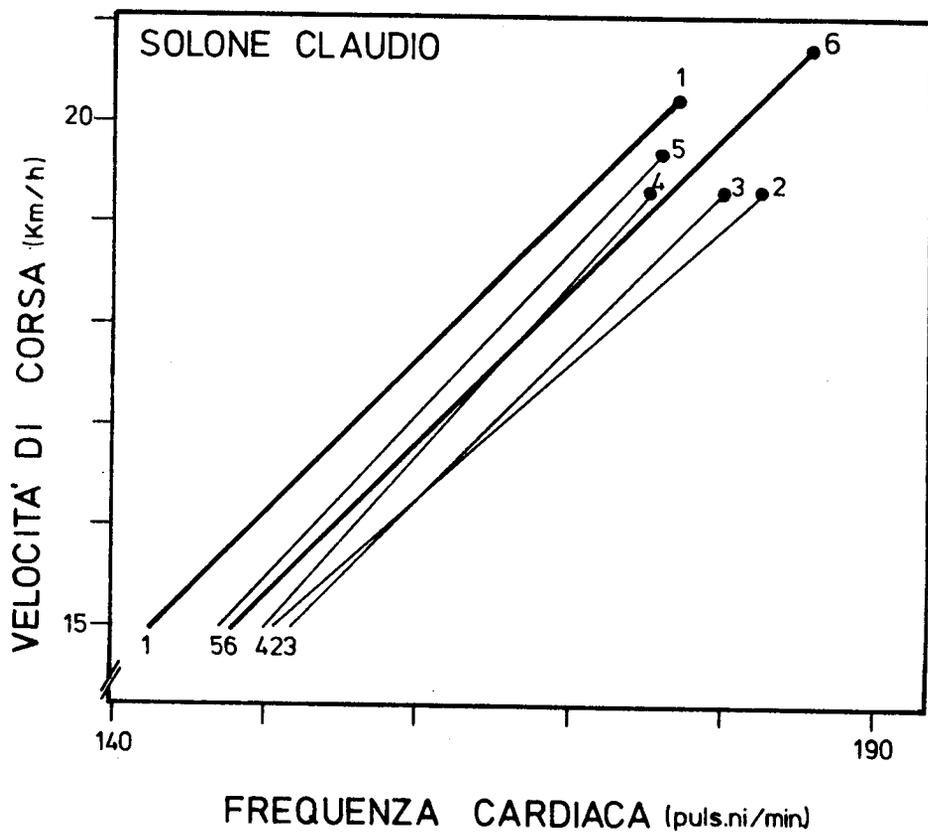
Ottimi risultati nelle gare « su strada »

*Nota tecnica*

L'atleta ha svolto una notevole mole di lavoro, avendo l'obiettivo di cimentarsi nell'anno 1980 sulla maratona.

Ha decisamente migliorato i suoi primati sui m 5000 e m 10000 ed è stato protagonista di competizioni su strada di alto livello, dove si è ripetutamente affermato.

Veniva da una stagione agonistica estiva in sordina, dopo essere stato tra i migliori nella attività di cross e nelle manifestazioni primaverili su strada.



Risultati dei tests eseguiti su Solone Claudio.  
 I numeri da 1 a 6 indicano la sequenza cronologica dei tests: 1, prima della partenza;  
 da 2 a 5 durante il soggiorno in quota; 6, il miglior test dopo il rientro. ● indica la  $V_i$ .  
 Sono omessi i dati oltre l'innesco per comodità di espressione grafica.

## ADATTAMENTI VERIFICATI DURANTE IL SOGGIORNO IN QUOTA

1) *Test Conconi* - Il primo test è stato eseguito 6 giorni dopo l'inizio del soggiorno, quindi sicuramente dopo l'incremento di 2-3 DPG all'interno dei globuli rossi, che avviene nel giro di 12 ore e rappresenta il meccanismo di adattamento rapido alle alte quote (5). Il primo test ha documentato in tutti i partecipanti all'esperimento una diminuzione della  $V_i$  rispetto ai valori forniti dal test effettuato in pianura pochi giorni prima della partenza. Il decremento è stato in media del 3,5% nei corridori, del 3,72% nei marciatori e del 6,62% nei due accompagnatori-atleti.

Nella seconda e terza settimana del soggiorno-allenamento si è verificato un generale incremento dei valori di  $V_i$ .

2) *La concentrazione emoglobinica* nel sangue non ha presentato per tutta la durata del soggiorno-esperimento modificazioni significative ai valori rilevati prima della partenza.

3) *Variazioni della frequenza cardiaca*. Tutti gli atleti hanno mostrato in altitudine una diminuzione della frequenza cardiaca massima sotto sforzo rispetto al livello del mare.

Tale decremento è stato in media di circa il 2% nella prima settimana di soggiorno e di un ulteriore 2,2% nei giorni successivi.

La frequenza cardiaca a riposo, rilevata al risveglio mattutino, a 4000 m s.l.m., è risultata essere, durante la prima settimana di soggiorno, superiore in media di 10-15 pulsazioni/min rispetto ai valori abituali. Nei giorni successivi si è riscontrato un progressivo decremento di tali valori fino al raggiungimento delle frequenze abituali tra il 15° e il 20° giorno di permanenza.

## ADATTAMENTI VERIFICATI AL RITORNO A LIVELLO DEL MARE

1) *Test Conconi*. Al ritorno in pianura in 8 dei 10 atleti presi in considerazione si è verificato un incremento della  $V_i$ , sia rispetto ai valori registrati prima della partenza che durante il soggiorno in quota. Fanno eccezione Gelindo Bordin, il cui valore di  $V_i$  è rimasto invariato, e Stefano Fabbri in cui la  $V_i$  ha presentato un decremento del 2%.

L'incremento complessivo di  $V_i$  rispetto a prima della partenza è risultato in media del 2,3% nei 6 maratoneti e mezzofondisti, del 5,6% nei 2 marciatori e del 7,5% nei 2 atleti-accompagnatori.

Poiché dopo il ritorno in Italia non è stato possibile effettuare su tutti gli atleti il test alle date prefissate, non si è potuto individuare dopo quanto tempo dal ritorno in pianura si verificasse un eventuale picco di massimo rendimento comune a tutti gli atleti. I dati in nostro possesso comunque suggeriscono che le migliori capacità prestative aerobiche possono essere raggiunte 10-15 giorni dopo il ritorno e mantenute fino a 30 giorni e oltre.

2) *La concentrazione emoglobinica* nel sangue degli atleti (corridori e marciatori) che si sono allenati intensamente non si è modificata

rispetto ai valori precedenti. E' stato riscontrato invece un aumento medio del 3,9% negli accompagnatori e negli atleti che non hanno potuto completare il programma di allenamento prefissato.

3) *Risultati agonistici* al ritorno a livello del mare. Degli 8 atleti considerati. 5 (M.M., M.C., G.G.C., P.O., S.C.) hanno ottenuto al ritorno in pianura i loro records personali in gara, 2 (B.G., F.S.) non hanno gareggiato ed 1 (P.L.) ha sfiorato la sua migliore prestazione sui 5000 m. I due accompagnatori-atleti hanno ottenuto nelle gare amatoriali da loro abitualmente frequentate prestazioni migliori (F.M.) o molto migliori (L.G.P.) che in precedenza.

In tutti i casi i risultati agonistici hanno concordato con il valore delle capacità prestantive aerobiche riscontrate con il test.

4) La frequenza cardiaca massima rilevata durante i tests al ritorno in Italia è tornata ai valori riscontrati prima della partenza.

## DISCUSSIONE

### 1) *Modalità di esecuzione dell'esperimento*

L'esecuzione pratica del programma prefissato è risultata molto pesante per gli atleti, i quali, oltre che allenarsi duramente, sono stati sottoposti due volte al giorno a lunghi spostamenti in pulmino. Hanno inoltre avuto difficoltà ad adattarsi alle abitudini alimentari locali ed hanno parecchio sofferto le difficoltà logistico-organizzative che si sono presentate.

### 2) *Comportamento della concentrazione emoglobinica nel sangue*

Come già rilevato, la concentrazione di emoglobina non si è significativamente modificata durante l'esperimento negli 8 atleti che si sono allenati intensamente; è invece sensibilmente aumentata negli altri componenti la spedizione.

Ciò potrebbe suggerire che lo stimolo ipossico dell'altitudine sia stato insufficiente per gli atleti allenati e buono per il gruppo di controllo. Comunque durante i primi 15-20 giorni del soggiorno in alta quota si è riscontrato un aumento della frequenza cardiaca basale (rilevata al risveglio mattutino, a letto) rispetto ai valori abituali della pianura. Questo rilievo è indicativo di una ipossia tessutale con aumento compensatorio della frequenza cardiaca, comunque non sufficiente a determinare l'increzione di eritropoietina e il conseguente aumento della eritropoiesi e dei globuli rossi circolanti.

### 3) *Capacità prestantive degli atleti al ritorno in pianura*

A nostro avviso si sarebbero potuti ottenere risultati agonistici migliori qualora si fossero presentate maggiori possibilità di gareggiare a buon livello; purtroppo la stagione agonistica volgente al termine ha privato alcuni atleti dell'opportunità di ulteriori verifiche.

I dati raccolti dimostrano che i migliori risultati (agonistici e del test) sono stati verificati dopo periodi variabili (da 10 a 30 giorni ed oltre) di allenamento a livello del mare, dopo il soggiorno in quota. Ciò, a nostro avviso, non è completamente spiegabile in termini di semplice e generico « riadattamento » al livello del mare ed al fuso orario.

Durante l'allenamento in altitudine il muscolo lavora in condizioni di ipossia relativa, e vengono quindi stimulate e migliorate le capacità di estrazione e di utilizzo dell'O<sub>2</sub> (come documentato dal progressivo miglioramento funzionale da noi verificato durante il soggiorno in quota). La quantità massima di O<sub>2</sub> utilizzata dai mitocondri rimane comunque inferiore a quella utilizzata in pianura prima del soggiorno in quota, tant'è vero che anche dopo 30 giorni di acclimatamento le capacità prestative degli atleti sono inferiori rispetto a quelle dal livello del mare. Dunque in montagna si assiste da un lato ad un progressivo miglioramento delle strutture muscolari destinate all'estrazione e all'utilizzo dell'ossigeno, ma dall'altro, ad un loro utilizzo solo parziale.

In base a queste considerazioni di ordine generale riteniamo probabile che soltanto con il lavoro a livello del mare, cioè quando i muscoli possono essere riallenati al pieno carico di ossigeno (gare comprese), si possa esprimere il *miglioramento potenziale* acquisito in quota.

Riteniamo quindi che, al fine di ottenere un miglioramento delle capacità prestative, a completamento del soggiorno-allenamento in quota debba seguire un ulteriore periodo di preparazione a livello del mare.

## CONCLUSIONI

Benché i dati a nostra disposizione non possano essere considerati definitivi sarebbe opportuno a tal riguardo ampliare ulteriormente la casistica), la percentuale dei risultati positivi e l'entità dei progressi verificati sia strumentalmente che in gara, indicano che il soggiorno-allenamento in quota è seguito da miglioramenti delle capacità prestative aerobiche. Tale indicazione è derivata dai miglioramenti verificati in questo esperimento ed in quello precedente al rifugio Torino del 1977. I dati negativi riscontrati in B.G. e F.S. possono trovare spiegazione nelle non ideali condizioni di allenamento e di verifica dei 2 atleti, che potrebbero aver impedito l'estrinsecarsi di eventuali miglioramenti.

Non è possibile stabilire se i miglioramenti delle capacità prestative aerobiche verificate siano la conseguenza del pernottamento a 4000 m o dell'allenamento a 2300 m o dell'associarsi di queste due condizioni. Un effetto ipossico del soggiorno a 4000 m si è certamente verificato (come indicato dall'aumentata frequenza cardiaca a riposo), anche se non marcato come ci si poteva attendere, viste le non modifiche dei livelli di emoglobina. Per poter stabilire un confronto tra gli effetti sulle capacità prestative aerobiche dei due metodi di allenamento in quota (vedi introduzione) sarebbe opportuno effettuare un esperimento ulteriore con soggiorno e allenamento solo a 2000 m di quota.

Analogamente è difficile stabilire in che misura il tipo e l'intensità dell'allenamento svolto in altura, in quanto guidato dal test e quindi personalizzato, abbia per questa ragione contribuito a migliorare le capacità prestantive aerobiche degli atleti. Quali che siano i meccanismi fisiologici attraverso i quali si sono ottenuti i risultati che presentiamo, è comunque possibile affermare che un soggiorno-allenamento in alta quota condotto con le modalità da noi presentate sia seguito da miglioramenti delle capacità prestantive, specialmente in atleti che praticino specialità prevalentemente aerobiche e può essere quindi adottato con successo da maratoneti e marciatori.

## SUGGERIMENTI PER ESPERIENZE SUCCESSIVE

Da questo secondo esperimento in alta quota possono essere tratti alcuni suggerimenti operativi, guida per eventuali esperienze future:

### 1) *Soggiorno in quota per almeno 20 giorni*

Le capacità prestantive aerobiche infatti sono migliorate progressivamente in tutti gli atleti di questa spedizione nelle prime 3 settimane. Non sappiamo se il non miglioramento dei dati nell'ultima settimana di soggiorno sia da imputare all'esaurimento dell'effetto allenante dell'alta quota o alla epidemia influenzale verificatisi.

### 2) *Allenamenti blandi a 4000 m.*

Onde incrementare lo stimolo allenante ipossico riteniamo vantaggioso soggiornare il più possibile ad alta quota e svolgere, dopo l'acclimatamento iniziale, gli allenamenti più blandi a 4000 m, fermo restando che gli allenamenti più impegnativi vanno effettuati a 2000 m.

### 3) *Ritorno a livello del mare almeno 20 giorni prima dell'evento agonistico prescelto*

Questo non solo per riacclimatarsi al livello del mare, ma per riabituarti ai ritmi di lavoro più intensi, possibili a livello del mare (vedi sezione « discussione »).

4) *Riunire nell'esperimento atleti con esigenze omogenee, ad esempio solo fondisti e marciatori o solo mezzofondisti, in quanto gruppi diversi di atleti presentano esigenze di allenamento differenti e difficilmente conciliabili. L'esperimento appena concluso, per esempio, sarebbe più adatto a marciatori e maratoneti, che non avendo bisogno del lavoro in pista potrebbero facilmente raggiungere dai 4000 m del rifugio Tlamacas la sede di allenamento (Amecameca) riducendo considerevolmente i tempi di trasferimento.*

5) Il soggiorno in ambiente isolato per lunghi periodi è certamente stressante; il successo di eventuali future spedizioni potrà dipendere anche da fattori collaterali, come il poter usufruire di una cucina italiana (cuoco al seguito) e di attività ricreative che occupino meglio il tempo libero.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il Consorzio del Parmigiano Reggiano di Reggio-Emilia per la collaborazione prestata.

Si ringrazia la Sig.ra Noemi Cappa per l'efficiente collaborazione nella stesura del manoscritto e il Sig. Daniele Buzzoni per l'esecuzione delle figure.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) J. Daniels, R. Fitts, G. Sheehan - *Conditioning for distance running*. Ed. J. Wiley & Sons, Inc. 1978.
- 2) J. Stenberg, B. Ekblom and R. Messin - *Hemodynamic response to work at stimulated altitude, 4000 m*. J. Appl. Physiol. 21(5): 1589-1594, 1966.
- 3) F. Conconi, M. Ferrari, P.G. Ziglio, L. Codecà - *Un test da campo per la valutazione delle capacità di lavoro aerobico di soggetti praticanti l'atletica leggera*. Atletica Leggera, 221, 51-55, 1977.
- 4) C. Reynafarje - *Excrecion urinaria de eritropoyetina en algunos casos patológicos*. Arch. Inst. Biol. Andina 1: 307, 1966.
- 5) L. Stryer - *Biochimica*, Ed. Zanichelli, 1977.
- 6) O. Olivi - *Nuovi orientamenti di terapie di dietetica dei disturbi della nutrizione dell'infanzia*. Clinica Pediatrica 54, 211, 1972.
- 7) O. Olvi, F. Balli, F. Cannonaco - *Clinico-metabolic considerations and use of a particular casein idrolizate in acute and cronic infantiles enteropathies in nutritional problems in children*. Piccin Medical Book, pag. 203, 1979.