

<b>Zeitschrift:</b>	Macolin : mensile della Scuola federale dello sport di Macolin e di Gioventù + Sport
<b>Herausgeber:</b>	Scuola federale dello sport di Macolin
<b>Band:</b>	43 (1986)
<b>Heft:</b>	7
<b>Artikel:</b>	Mexico 86 sport e altitudine
<b>Autor:</b>	Liguori, Vincenzo
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1000210">https://doi.org/10.5169/seals-1000210</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

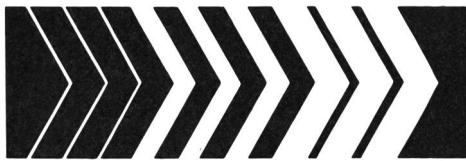
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# SCIENZA DELLO SPORT



di Vincenzo Liguori

Tra i gas di scarico puzzolenti di tre milioni di automobili, le esalazioni velenose di 130 000 industrie e fabbrichette di ogni dimensione, l'inquinamento prodotto direttamente ed indirettamente dai dodici milioni di individui che ruotano intorno alla megalopoli più vasta e con l'atmosfera più irrespirabile del nostro pianeta; aggiungeteci un'altezza sul livello del mare di 2277 metri ed avrete le condizioni ambientali veramente infernali in cui si sono disputate a Città del Messico le partite più impegnative dei campionati mondiali di calcio appena terminati. Anidride solforosa, ossido di azoto, anidride carbonica sono gli ingredienti principali di quella miscela velenosa che rende il cielo di Città del Messico perennemente ricoperto da una cortina di smog, la cui formazione è favorita dai fumi e dalle particelle solide eruttate dalle ciminiere delle fabbriche oltre che dalla temperatura elevata e dall'alta umidità relativa dell'aria. Rischio aumentato quindi di contrarre malattie dell'apparato respiratorio, in particolare bronchite e, nei soggetti predisposti, reazioni broncospastiche dovute alla irritazione cronica delle vie respiratorie.



## Attività sportive in altitudine

Ma il nemico più grande che l'organismo deve affrontare alle grandi altezze è la minore pressione parziale di ossigeno dovuta alla rarefazione dell'aria: a 2200 metri la pressione atmosferica scende infatti dai 760 mm di mercurio del livello del mare a circa 580 mm. Meno ossigeno disponibile significa diminuita resistenza allo sforzo nelle discipline in cui tenacia assume un ruolo importante. Indicative a tale proposito sono le esperienze fatte in occasione dei giochi olimpici di Città del Messico nel 1986.

Era la prima volta che si disputavano le olimpiadi a quasi 2300 metri d'altezza, una quota a cui pochi erano abituati a gareggiare. Per dare la possibilità di verificare le reazioni dell'organismo all'altitudine furono organizzati negli anni precedenti le «Competencias olímpicas», una sorta di versione ridotta dei giochi olimpici cui potevano partecipare tutti coloro che erano in lista per staccare il biglietto per il grande appuntamento di Città del Messico. Per la prima volta si discute di acclimatazione e vengono varati dei programmi che prevedevano l'arrivo sul luogo con alcune settimane di anticipo per facilitare l'adattamento. Provvedimenti tra l'altro in aperto contrasto con la carta olimpica il cui spirito recita, in nome della difesa di un dilettantismo cui non crede più nessuno, che nessun atleta dovrebbe dedicare più di quattro settimane all'anno alla preparazione delle gare.

## Favoriti i velocisti; svantaggiati i fondisti

La scarsità di ossigeno non influenza le prestazioni di potenza della durata di

alcuni secondi, come in atletica i lanci, il salto in alto ed in lungo, le gare di velocità durante le quali praticamente non si respira. La diminuita resistenza dell'aria rappresenta addirittura un vantaggio per alcune discipline. A Messico puntualmente cadono i records mondiali dei 100, 200 metri piani di velocità su pista e quelli delle staffette. Il primato del mondo di Pietro Mennea sui 200 metri è uno dei pochi che resistono ancora a quasi vent'anni. Nettamente peggiori, ed è la prima volta che succede, sono i tempi ottenuti nel fondo e mezzofondo rispetto alle olimpiadi di Tokio del 1964. Nei 10.000 metri si sfiora la tragedia con l'australiano Ron Clarke ricoverato d'urgenza in ospedale, al termine della gara, privo di sensi. Gli atleti africani, abituati a correre sugli altipiani del continente nero, diventano protagonisti nelle gare di fondo e fanno scoprire i vantaggi dell'allenamento in alta quota.

Per altri sport, come il ciclismo, si discute a lungo sul bilancio benefici-svantaggi dell'altura. Se è vero infatti che, pedalando in bicicletta, si consuma molto ossigeno per cui si è svantaggiati in un ambiente come a Città del Messico dove la pressione parziale di ossigeno è bassa, è altrettanto vero che con l'altezza diminuisce la resistenza dell'aria. Nel ciclismo, velocità elevate, tra l'80 ed il 90% dell'energia

viene spesa proprio per vincere la resistenza dell'aria, mentre la parte restante viene utilizzata per superare gli attriti. Il belga Eddy Mercks fu il primo a mettere a frutto la particolare composizione dell'aria di Città del Messico in occasione del record dell'ora su pista che realizzò nel 1972. Fu il fisiologo Cerretelli, come ci racconta Mario Fossati, a preparare, insieme ad altri, Mercks a quell'impresa. I fisiologi, avevano dimostrato che l'effetto della diminuita densità atmosferica si fa risentire più evidente sui corpi a bassa densità ed a velocità relativamente alta. Proprio il caso di chi corre in bicicletta a velocità intorno ai 50 km ora per cui, a parità di energia spesa, la velocità raggiunta in quota sarà nettamente superiore di quella a livello del mare. Il record ottenuto da Moser nel 1984 al centro deportivo della capitale messicana confermerà i vantaggi che ottengono i ciclisti in altura.

### **Acclimatazione e adattamento al lavoro in altitudine**

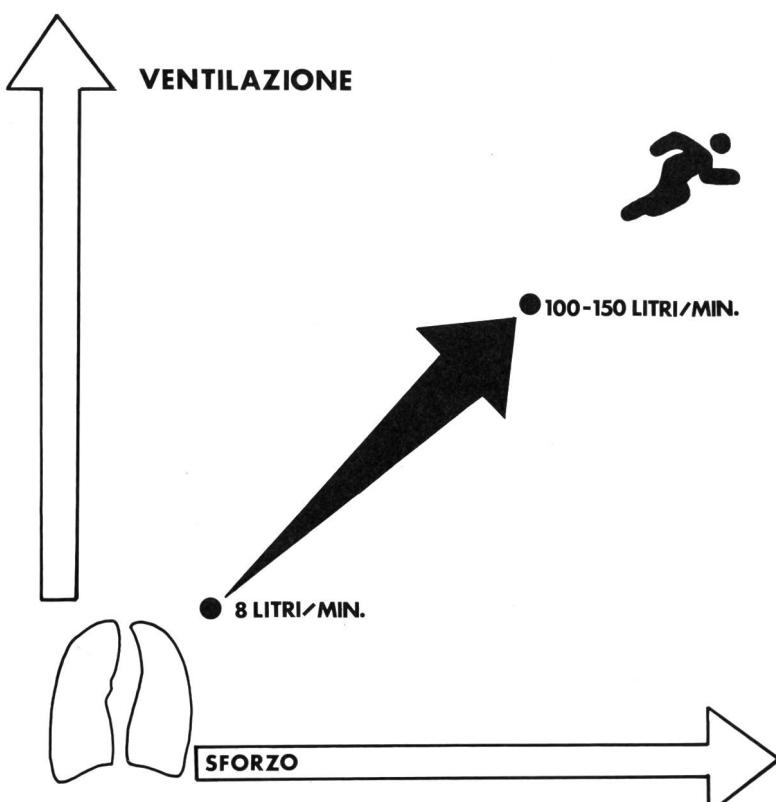
C'è chi si è dato la pena di quantificare in centimetri il miglioramento che ci si può aspettare nei lanciatori a seguito della rarefazione dell'aria: 6 cm nel lancio del peso, 53 cm nel martello, 69 cm nel giavellotto e ben 162 cm nel lancio del disco.

Le esperienze fatte in occasione dei giochi olimpici del 68 e dei mondiali del

70 nel Messico, hanno definitivamente confermato poi che è importante trascorrere un periodo di acclimatazione sul luogo e condurre parte della preparazione alla stessa altezza in cui si svolgeranno le gare o addirittura a quote superiori. La nazionale italiana di calcio, impegnata nella prima fase ai 2140 metri di Puebla, ha scelto per il ritiro pre-mondiale le montagne di Roccaraso in Abruzzo, e così hanno fatto, con rare eccezioni, le altre rappresentative, tanto che è ormai divenuto di uso comune il termine di «periodo di ossigenazione». Per restare a casa nostra St. Moritz è una delle località più richieste, e non per niente dispone di uno stadio con piste di atletica che fa sempre il tutto esaurito; il FC Lugano, che tradizionalmente tiene il suo ritiro sui monti di Cademario nel Malcantone, quest'anno salirà forse più in alto fino ad Aquila in Val Blenio. Ma vediamo cosa succede all'organismo umano quando si sale sopra i 2000 metri di altezza. Una delle risposte all'ipossia, cioè alla diminuzione dell'ossigeno disponibile, è l'aumento della frequenza degli atti respiratori, in altre parole si respira più in fretta. Come conseguenza si ha una diminuzione dell'anidride carbonica grazie ad un maggiore trasferimento di CO<sub>2</sub> dal sangue all'aria espirata; il risultato è una alcalosi, cioè un aumento del pH del sangue. Per compensare questa situazione l'organismo reagisce eliminando attraverso i reni grosse quantità di bicarbonati. Questo complesso di reazioni renderanno più difficile smaltire la fatica dovuta ad accumulo di acido lattico. I medici suggeriscono di aumentare l'assunzione di acido citrico e di acido ortosforico nella dieta, con lo scopo di prevenire la perdita di bicarbonati provocando una acidosi metabolica.

### **Doping ematico grazie all'altitudine**

Una ulteriore risposta dell'organismo all'ipossia è l'aumento della produzione di globuli rossi; una concentrazione più elevata di emoglobina per ogni litro di sangue permette un maggiore trasporto di ossigeno ai tessuti. È l'effetto che artificialmente si cerca di ottenere con l'autoemotrasfusione di cui abbiamo già trattato (vedi Macolin, marzo 86); in questo caso l'effetto dell'altura provoca fisiologicamente un vero e proprio doping ematico, che viene infatti sfruttato da alcuni atleti che affrontano gare a livello del mare subito dopo un periodo di allenamento ad alta quota. Ci furono addirittura atleti, come i fondisti italiani Franco Fava e Paola Pigni, che scelsero gli altopiani della Bolivia (oltre 4000 metri) per allenarsi. Ma l'handicap più grave in altitudine è la diminuzione del massimo consumo



In altitudine la ventilazione polmonare (il movimento di aria in entrata ed in uscita dai polmoni) aumenta sotto sforzo più rapidamente, a causa della povertà di ossigeno presente, che a livello del mare. Dai valori di riposo di 8 litri al minuto si passa in breve tempo a 100-150 litri al minuto (grafico di F. Mignano).



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Il FC Lugano tiene il suo tradizionale ritiro precampionato sui monti di Cademario nel Malcantone. Quest'anno per sfruttare ancora meglio l'effetto allenante dell'altitudine, forse salirà ancora più in alto, ad Aquila in valle di Blenio. Nelle foto il capocannoniere del campionato cadetto Vöge, (foto 1) l'attaccante Roncaro (foto 2) ed il difensore Belometti (foto 3).

di ossigeno ( $VO_2 \text{ max}$ ), i limiti cioè della capacità aerobica dell'individuo. Per ogni 300 metri che si sale sul livello del mare, si è calcolato, il  $VO_2 \text{ max}$  diminuisce del 2%, il che significa una riduzione delle prestazioni di tipo aerobico, a Città del Messico, di circa il 15%. È stata questa una constatazione comune di tutti i calciatori; sensazione di difficoltà a respirare, allunghi più faticosi, recupero dopo gli scatti e dopo la partita più lento. Ne è risultato un gioco più corto e più essenziale. Con un periodo di acclimatazione, due o tre settimane al minimo, si può ridurre l'handicap dovuto all'ipossia, ma non si riuscirà mai nelle gare di tenacia ad eguagliare le prestazioni ottenute a livello del mare.

### I ritmi circadiani

Come misura dell'avvenuta acclimatazione, che comporta anche il superamento delle differenze di fuso orario e dell'alterarsi del ciclo sonno-veglia, si è pensato di prendere come parametro i ritmi circadiani, le variazioni cioè che si ripetono ad intervalli regolari nelle 24 ore. Un interessante contributo è venuto dalle esperienze fatte dal prof. Tredici in occasione della preparazione di Moser al record dell'ora di Città del Messico. In quell'occasione fu assunta come parametro di misura la temperatura corporea, un sistema di misurazione semplice e non cruento. Il ritorno ai ritmi di base precedenti, dopo un iniziale periodo in cui si erano riscontrate enormi fluttuazioni, fu considerato il segnale dell'avvenuta acclimatazione, che nel caso di Moser fu raggiunta dopo circa due settimane.

Ai mondiali del Messico è stata molto di moda l'inalazione di ossigeno durante gli allenamenti. Se tale pratica è inutile a livello del mare, in quota sembra avere effetti positivi sulla capacità di trasporto dell' $O_2$  da parte del sangue. Guardando tuttavia le immagini dei calciatori ad allenarsi con la maschera ci tornano alla memoria, con una punta di romanticismo, altre immagini; quelle di Abebe Bikila che corre e vince a piedi scalzi la maratona dei giochi olimpici di Roma. Era uno sconosciuto ai più e quando si seppe che correva sugli altipiani africani della natia Etiopia, seguendo le greggi dei pastori, si iniziò a capire l'importanza dell'allenamento in altitudine. □

**Donate  
il vostro sangue  
Salvate delle vite!**



**Firmate la «Carta d'onore della strada!»**