

<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>	52 (1995)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Quali sono gli effetti sull'organismo? : Soggiorno ed allenamento in altitudine
<b>Autor:</b>	Hoppeler, Hans
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-999417">https://doi.org/10.5169/seals-999417</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:** 03.02.2026

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

Quali sono gli effetti sull'organismo?

## Soggiorno ed allenamento in altitudine

di Hans Hoppeler  
traduzione di Mario Gulinelli

**Gli effetti dell'allenamento in altitudine sono oggetto di discussione da vari anni. Ed alla domanda se un allenamento in altitudine sia efficace, non si può assolutamente rispondere in maniera globale, in quanto deve essere considerata tutta una serie di fattori, che interagiscono in modo complesso tra loro, e che decidono del successo o del fallimento di un raduno d'allenamento in altitudine.**

La prima domanda alla quale si deve rispondere è se si tratta di un allenamento in vista di una gara che si svolge in altitudine od in piano. Nel primo caso va detto che allenarsi in condizioni simili a quelle di gara rappresenta sempre un'opzione sensata. E su questo punto la maggior parte degli specialisti sostiene che, comunque, l'allenamento in quota rappresenta una buona preparazione ad una gara che si svolga in con-

dizioni di altitudine. Per cui il problema si pone realmente solo quando l'allenamento in altitudine viene svolto in vista di una gara che si svolga in condizioni normali (livello del mare, o poco al di sopra, ndr). Poiché, come abbiamo già osservato, non è possibile una risposta globale, cercheremo di esporre alcune conseguenze dell'allenamento in altitudine di carattere fisiologico e che riguardano la tecni-

ca dell'allenamento, lasciando agli allenatori od ai singoli atleti il compito di ricavare dalla gamma dei suoi effetti, provati o supposti, la soluzione adatta per ciascun caso. Non ci sono ricette brevettate. Nel discutere del problema partiamo dalla constatazione che un allenamento in altitudine deve avere una durata minima di tre settimane, in quanto questo sembra essere il periodo di tempo necessario per provocare nell'organismo i processi di adattamento desiderati.

### Le condizioni preliminari tecniche dell'allenamento

Va osservato che un soggiorno in altitudine, se abitualmente non si vive in quota, rappresenta sempre uno stress per un organismo che non vi è assuefatto. Per cui è corretto pianificare una permanenza in quota in modo tale che essa inizi con una fase dell'allenamento che abbia carattere di rigenerazione: il corpo ha bisogno di più giorni per adattarsi all'altitudine. I sintomi che si presentano più frequentemente sono *alterazioni del sonno, mal di testa*, e, ma ciò forse interessa poco l'atleta,





*intolleranza per l'alcool.* In generale queste alterazioni sono tanto maggiori, quanto più rapido e grande è stato il cambio di altitudine. Secondo nostre esperienze di viaggio a La Paz (3 800 m) passando improvvisamente a questa altezza la riduzione della sensazione di benessere e della capacità soggettiva di prestazione durano almeno una settimana. Nell'impostare l'allenamento si deve tenere conto che la *capacità di resistenza* in quota diminuisce notevolmente. Si può calcolare che il VO<sub>2</sub>max ad un'altezza di 2 000 m si riduca di circa il 15%. Per cui, in altitudine, è impossibile allenarsi, sulle stesse distanze, alla stessa intensità che in piano. In tutte le discipline nelle quali la tecnica è importante ciò può portare ad un peggioramento dei processi di movimento. Si tratta di osservazioni che sono state fatte soprattutto in stage di allenamento dei canottieri (Thor Nielsen). Una possibilità di risolvere questo problema è quello di diminuire le distanze, in modo tale da mantenere costante l'intensità e con essa le condizioni tecniche.

Un aspetto, spesso trascurato, dell'allenamento in quota è la diminuzione delle temperature con l'aumento dell'altitudine. E proprio nel settore delle prestazioni di resistenza gli adattamenti alle *condizioni climatiche della gara* hanno un'importanza fondamentale. È inutile che un atleta migliori la sua capacità di pre-

stazione in altitudine, se poi rischia un colpo di calore in gara.

Un altro aspetto sanitario che merita attenzione, in riferimento alle prestazioni di resistenza in altitudine è l'*edema polmonare da altitudine*. Durante uno sforzo in altitudine i polmoni si riempiono d'acqua, ed in certe condizioni ciò può rappresentare un pericolo di vita. Sebbene sia stato osservato raramente ad altezze inferiori ai 3 000 m, in soggetti

predisposti, si può presentare anche a circa 2 000 m. I sintomi, ai quali occorre prestare attenzione sono un affanno persistente, tosse e respiro rantolante.

Non va poi dimenticato che, a seconda dei presupposti, un allenamento in altitudine può essere anche una parte della *preparazione mentale* di un atleta ad una gara importante. A seconda di come è pianificato, dell'ambiente e delle sue condizioni esso può diventare il tocco finale di una perfetta e riuscita pianificazione della stagione od un disastro totale.

### Gli adattamenti fisiologici ad un allenamento in altitudine

Esiste tutta una serie di adattamenti, con i quali l'organismo realizza il suo adattamento generale ad uno stage in altitudine. Probabilmente quello più vistoso è l'aumento dell'eritropoietina, cioè dell'ormone preposto all'eritropoiesi (cioè alla formazione dei globuli rossi o eritrociti). Questo aumento del contenuto degli eritrociti nel sangue in un certo volume compensa la diminuzione del contenuto d'ossigeno dell'aria, dovuto all'altitudine. Se si ritorna in piano con un maggiore contenuto di san-





gue, è provato che il VO<sub>2</sub> max aumenta. Nel complesso però questi cambiamenti sono modesti e spesso non provabili con metodi statistici. Va ricordato che l'aumento dell'eritropoietina non è un prodotto dell'allenamento, ma si produce normalmente in ogni soggiorno in altitudine. Recenti ricerche hanno mostrato che è necessaria un'esposizione della durata minima di 2 ore ad altezze superiori ai 5 000 m per ottenere un aumento ottimale dell'eritropoietina (Knaupp *et al.*, *J. Appl. Physiol.*, 73, 837 - 840, 1992). Brevi esposizioni durante un allenamento in condizioni di ipossia non bastano per raggiungere variazioni nel contenuto di emoglobina nel sangue. Va poi tenuto conto che un aumento del contenuto di globuli rossi è fondamentalmente accompagnato da un aumento del volume sanguigno, e dal pericolo di un aumento della densità del sangue.

Generalmente sembra che in altitudine si presenti una limitazione, di natura nervosa centrale, della disponibilità alla prestazione. Ciò si esprime, ad esempio, nel fatto che ad altitudini molto elevate, malgrado uno stato soggettivo di essere al limite massimo delle proprie capacità (vita maxima), vengono ancora misurati tassi relativamente bassi di

lattato. Si tratta di uno stato che è stato definito da molti autori il «paradosso del lattato». Comunque la sua eziologia non è ancora completamente accertata. Del resto occorre tenere conto che in un allenamento in altitudine si produce un maggiore spostamento del metabolismo verso l'ossidazione del glucosio, mentre l'utilizzazione dei lipidi passa in secondo piano.

Gli effetti sulla muscolatura di una prolungata esposizione all'altitudine sono di vario tipo, ed, anche essi, almeno parzialmente oggetto di discussione. Si può asserire che è accertato che aumenta la capacità tampone (cfr. ad esempio, Mizuno *et al.*, *J. Appl. Physiol.*, 68, 496 - 502), per cui la capacità di sprint (la capacità di tollerare valori estremi di acidosi) aumenta significativamente. Il lavoro citato, nel quale è stato studiato l'effetto, su corridori di lunga distanza di alto livello della permanenza per due settimane ad una quota di 2 700 m, però, ha anche mostrato che gli effetti sulla capacità ossidativa muscolare (ad esempio, quantità di mitocondri) e sull'apporto vascolare d'ossigeno può essere diverso. Per cui l'altitudine, e le condizioni precedenti all'allenamento in queste condizioni,

possono portare a risultati sorprendenti e di difficile interpretazione. Contrariamente ad ipotesi precedenti, secondo le quali un allenamento ad altitudini elevate porta ad un aumento dei mitocondri nei muscoli e della capillarizzazione, diversi studi, più recenti dimostrano che una permanenza ad altitudini elevate (spedizioni sull'Himalaya) conduce ad una massiccia diminuzione della capacità ossidativa della muscolatura, addirittura della massa muscolare. L'aumento della capillarizzazione è provocata dalla diminuzione della grandezza delle fibre, per cui i capillari possono avvicinarsi più fittamente (Hoppel *et al.*, *Int. J. Sports Med.*, 11, 3 - 9, 1990). Non è stato osservato un cambiamento nella composizione per tipi di fibre.

Ulteriori ricerche hanno mostrato che questi cambiamenti sfavorevoli rappresentano la conseguenza principale dell'ipossia permanente, che sembra provocare una inibizione dei meccanismi anabolici e di conservazione delle cellule muscolari. Però, se in ipossia (artificiale) viene svolto solo l'allenamento, mentre per il resto del tempo l'atleta vive in condizioni normali, non soltanto abbiamo un massiccio aumento dei mitocondri, ma anche del volume muscolare (Desplanches *et al.*, *Pflügers Arch.*, 425, 263 - 267, 1993). Quest'ultimo non viene osservato quando la prestazione di resistenza viene allenata in condizioni normali di ossigeno (normossia). Se l'allenamento viene svolto ad altitudine media, cioè ad una altezza di circa 2 000 m, gli aspetti negativi dell'ipossia estrema non svolgerebbero più alcun ruolo.

Considerato globalmente un allenamento in altitudine porta ad una successione complessa di processi di regolazione nei più diversi sistemi dell'organismo rilevanti per la prestazione. Però la nostra conoscenza di tali processi di regolazione non è affatto completa. E spesso, nel determinare il successo o l'insuccesso di un allenamento in altitudine, oltre ai cambiamenti fisiologici, le misure legate alla tecnica ed alla metodologia dell'allenamento sembrano essere più importanti che le modificazioni misurabili sugli atleti in laboratorio. ■