

ALLENAMENTO

Allenamento significa dare lena, cioè forza, per migliorare la capacità di prestazione dell'intero organismo oppure le capacità specifiche di alcuni gruppi muscolari; si basa sul progressivo aumento di durata e intensità del carico di lavoro e sulla ripetizione dei movimenti.

I tre principi fondamentali dell'allenamento sono: l'intensità, la specificità e la reversibilità. L'intensità è stabilita sulla base di una valutazione preliminare e incrementa progressivamente durante il programma di allenamento; specificità significa che l'effetto dell'allenamento si evidenzia solo sulla funzione allenata; reversibilità significa che smettendo l'esercizio si ha una perdita progressiva dell'effetto dell'allenamento.

Le attività in montagna possono essere molteplici, dalla semplice escursione estiva alla lunga gita di scialpinismo, alla ciaspolata, al *nordic walking*, al trekking, alla salita in alta quota.

Ognuna di queste ha caratteristiche diverse per quanto riguarda i gruppi muscolari coinvolti e i gesti tecnici specifici, la richiesta energetica, la durata, la quota, le temperature da affrontare, ma per tutte è necessaria una preparazione di base che in montagna non significa solo riuscire a fare una gita più lunga con meno fatica, ma significa soprattutto sicurezza

Chi ha un migliore allenamento ha più capacità di resistenza, che potrà rivelarsi indispensabile in situazioni di emergenza che possono richiedere sforzi fisici e psichici superiori a quelli previsti (modificazioni meteorologiche, errori di percorso, impreviste difficoltà tecniche, infortuni...).

In linea generale, l'allenamento per gli sport di montagna si basa sull'attività aerobica che mantenga efficiente il sistema cardiorespiratorio e muscolare e ne migliori la prestazione; a questa vanno aggiunti esercizi di flessibilità dei muscoli ed esercizi specifici per ogni singola attività sportiva.

Regola 1. Prima di iniziare un'attività sportiva, soprattutto se impegnativa, è consigliabile chiedere un parere al proprio medico che potrà suggerire eventuali accertamenti soprattutto alle persone sofferenti di patologie croniche. Questa regola, indispensabile per prevenire inutili rischi, è tanto più valida quanto più si decida di iniziare un'attività dopo anni di sedentarietà. Un test da sforzo cardiorespiratorio con la determinazione del massimo consumo di ossigeno, della soglia anaerobica e della massima frequenza cardiaca è molto utile per impostare correttamente l'allenamento.

Regola 2. Il migliore allenamento è l'andare in montagna affrontando salite progressivamente più impegnative per durata, dislivello e quota, ma bisogna avere un allenamento di base. Non si può pensare di fare in un fine settimana quello che non si è fatto durante tutta la settimana, o in un mese estivo quello che non si è fatto negli altri undici mesi. L'ideale è mantenere un'attività fisica regolare durante tutto l'anno alla quale aggiungere un allenamento più intenso e specifico almeno 8 settimane prima di partire per un trekking o una spedizione.

Regola 3. Ricordarsi sempre che l'escursione non finisce quando si arriva alla meta ma quando si rientra a valle. Soprattutto per escursioni o ascensioni molto impegnative bisogna allenarsi anche per la discesa, in genere trascurata.

Bisogna sempre partire sapendo che la propria preparazione consente di avere un margine di resistenza superiore rispetto a quanto richiesto dal programma, ricordando che altre variabili possono influire sulla capacità di prestazione: la quota, la temperatura (troppo caldo o troppo freddo), il peso dello zaino, la tranquillità psicologica.



Intensità dell' esercizio e tipo di attività corrispondente.

<u>Intensità</u>	<u>Tipo di attività</u>	<u>Utilizzo per l'allenamento</u>
Lieve	Camminata a ritmo sostenuto.	Per iniziare e durante il recupero.
Moderata	Camminata molto veloce o in salita o corsa a ritmo blando. Inizia sudorazione.	Inizio dell'allenamento aerobico.
Aerobica	Corsa a ritmo sostenuto. Ancora possibile parlare, ma verso la FC più alta la conversazione è difficile e la respirazione comincia a essere poco sostenibile.	Allenamento aerobico più intenso.
Soglia anaerobica	La fatica aumenta e lo sforzo non è sostenibile a lungo.	Allenamento anaerobico. Migliora il metabolismo dei lattati che sono così eliminati più rapidamente.
Limite		

INTENSITA DELL' ALLENAMENTO

Frequenza Cardiaca

Aumentando l' intensità dell' esercizio, aumenta la frequenza cardiaca e la sua percentuale rispetto alla frequenza cardiaca massima.

In linea generale, l' allenamento aerobico si colloca tra il 60% e il 75-80% della massima frequenza cardiaca

Frequenza Cardiaca in % della FCmax	Intensità
55%-70%	Bassa intensità
70%-80%	Media intensità
> 80%	Alta intensità

INTENSITA DELL'ALLENAMENTO

Frequenza Cardiaca

L'ideale è basarsi sulla riserva cardiaca, cioè la differenza tra la frequenza cardiaca a riposo e la massima frequenza cardiaca. Diverse percentuali della riserva cardiaca possono essere adottate per l'allenamento poiché hanno una buona equivalenza con il consumo di ossigeno.

In pratica, bisogna misurare la frequenza cardiaca a riposo con una rilevazione che duri almeno 5 minuti, conoscere o calcolare la massima frequenza cardiaca e utilizzare la seguente formula per il calcolo della frequenza cardiaca obiettivo dell'allenamento:

$$FC = \text{intensità di lavoro} \times (FC \text{ massima} - FC \text{ cardiaca a riposo}) + FC \text{ a riposo}$$

Intensità di lavoro	FC massima	FC a riposo	Calcolo	Risultato
60% del VO ₂ max	175	64	$0,60 (175 - 64) + 64$	131
75% del VO ₂ max	175	64	$0,75 (175 - 64) + 64$	147
60% del VO ₂ max	175	80	$0,60 (175 - 80) + 80$	137
75% del VO ₂ max	175	80	$0,75 (175 - 80) + 80$	151

Nella Tabella sono riportati due esempi per soggetti con la stessa frequenza cardiaca massima ma con diversa frequenza cardiaca a riposo, per due diverse intensità di allenamento.

La frequenza cardiaca massima, se possibile, dovrebbe essere rilevata nel corso di un test da sforzo massimale; se non è possibile, la si può calcolare sottraendo a 220 l'età; per soggetti di età >60 anni la formula più corretta è: $208 - 0,7 \times \text{età}$.

Se non si vuole o non si può adottare il metodo della riserva cardiaca si può utilizzare la percentuale della massima frequenza cardiaca.

Nella Tabella ☐ successiva si può però notare come questo possa portare a una intensità di allenamento molto diversa in due soggetti con frequenza cardiaca a riposo diversa.

FC a riposo	FC massima	Intensità: 64% della FC max	Incremento FC
55	160	102	47 battiti/min
85	160	102	17 battiti/min

Tabella ☐ – Due soggetti che hanno differenti FC a riposo, se basano l'intensità dell'allenamento solo sulla percentuale della FC max, incrementano la loro frequenza cardiaca di un'entità molto diversa ottenendo un'intensità di allenamento non equivalente.

INTENSITA DELL'ALLENAMENTO


Fatica Percepita

si basa sulla fatica percepita che, per un allenamento aerobico, deve essere tra il 5/10 e il 6/10 della scala di Borg. Un altro metodo è quello di allenarsi a un'andatura che consenta ancora di parlare, secondo il principio del *talk test*.

Intensità	% riserva cardiaca (HRR)	% FC max	Scala Borg 0-10
Molto bassa	≤30	≤57	1
Bassa	30-40	57-64	2-3
Moderata	40-59	64-76	4-5
Vigorosa	60-89	77-95	6-7
Vicino al limite	≥90	≥96	≥8

Tabella 8.4 – Intensità dell'esercizio e corrispondenza con i diversi parametri descritti in precedenza.

Quando	Cosa	Ogni quanto	Quanto
Settimana 1 e 2	Allenamento al 60-70% della FC max: camminata veloce (per esempio in lieve salita) o corsa blanda o uscita in bicicletta o nuoto.	3-5 volte/settimana	40-60 minuti
Settimana 3 e 4	Idem portando la FC max a valori intorno al 70-80%.	Idem	Idem
Settimane >4	Idem + allunghi o salite a ritmo più intenso in modo da tenere la FC max per 4-8 minuti all'80-90% e 1-4 minuti al 90-95%.	Idem	Idem

Tabella  – Schema di allenamento per soggetti che mantengono una regolare attività fisica di base. Gli allenamenti devono essere eseguiti 4-5 volte alla settimana, riservando il fine settimana ad attività sul campo. La lunghezza degli allenamenti e la loro periodicità sarà maggiore quanto più lungo è il programma di attività in montagna che si prevede. A questo schema, 3 volte alla settimana, aggiungere esercizi in palestra per raggiungere gli obiettivi esposti nel testo.

Ricordarsi che:

- bisogna iniziare lentamente soprattutto dopo lunghi periodi di inattività per non sovraccaricare eccessivamente l'apparato osteoarticolare e muscolare;
- ogni allenamento va preceduto da un breve periodo di riscaldamento e, se possibile, da esercizi di stretching. Questo principio è valido anche prima di un'escursione: il nostro organismo ha infatti bisogno di una decina di minuti per “entrare a regime”;
- alla fine della seduta di allenamento fare un periodo di cosiddetto defaticamento, che si ottiene rallentando l'intensità del lavoro per 5-10 minuti.

* Allenamento per escursioni

Per escursioni brevi senza eccessivi dislivelli è sufficiente una buona condizione fisica di base che si può ottenere anche con la sola camminata di almeno trenta minuti 4, 5 volte alla settimana; man mano che aumenta la lunghezza dell'escursione ed il dislivello previsto è però necessario un allenamento fatto regolarmente.

Per escursioni impegnative per durata e per lunghezza (quale un trekking, un giro dei rifugi, un anello intorno ad un gruppo montuoso) bisogna calcolare almeno 8 settimane di allenamento incrementale

* Allenamento per attività alpinistica

Man mano che ci si impegna in attività alpinistiche che richiedono anche gesti tecnici quali l'arrampicata su roccia o ghiaccio all'allenamento di base è necessario affiancare un allenamento specifico per il mantenimento della forza muscolare anche degli arti superiori, del tronco, delle spalle, del dorso.

L'allenamento di base è indispensabile per l'avvicinamento alle pareti ed il rientro dopo avere percorso la via. Solo con un buon allenamento è possibile arrivare alla base della via in ottime condizioni e alla fine della salita avere un buon margine per il rientro riducendo così i rischi di infortuni, frequenti sulle vie di rientro non solo per l'allentamento dell'attenzione ma anche per la fatica accumulata.

L'allenamento specifico ha invece l'obiettivo di raggiungere e mantenere la forza dei muscoli, compresa la capacità di compiere sforzi isometrici, la flessibilità, l'elasticità e la mobilità delle articolazioni. Tutto questo si ottiene abbinando esercizi di potenziamento con esercizi di stretching.

Si consiglia quindi di **mantenere l'attività aerobica di base** già consigliata e protratta per almeno 40-60 minuti 4, 5 volte alla settimana; di fare **attività in montagna** almeno 1 giorno durante il fine settimana.

Tre volte alla settimana vanno aggiunte **sedute in palestra** per il raggiungimento ed il mantenimento degli obiettivi descritti.

A questa si può affiancare la corsa o la camminata veloce in salita (1 ora 2 volte/settimana) e 1 volta alla settimana degli allenamenti intervallati a frequenze cardiache più elevate (6-8 minuti al 80%-90% e 2-4 minuti al 90%-95%)

* Il talk test

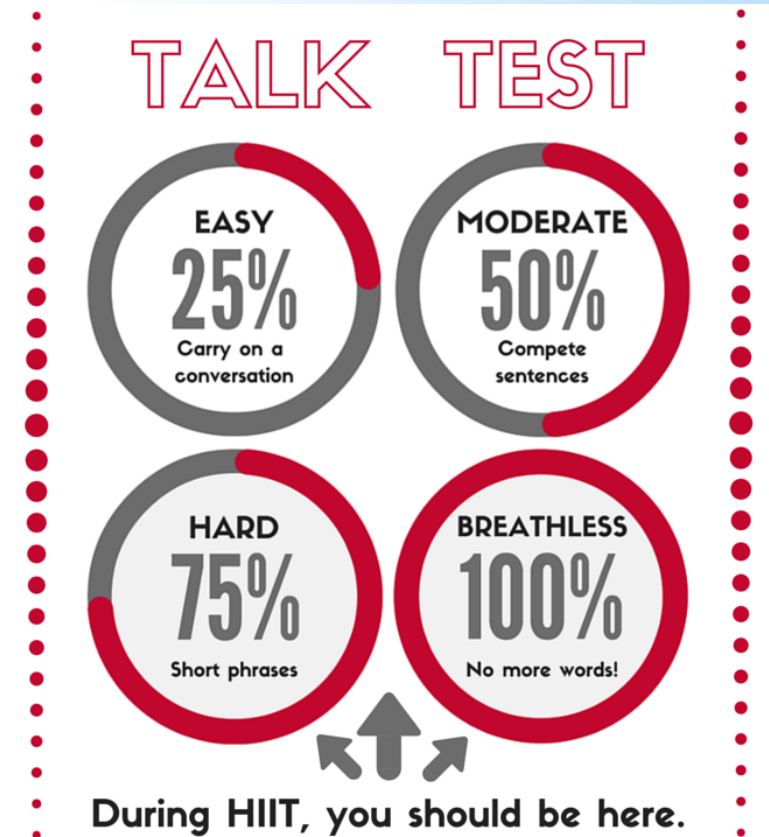
Se riesci a cantare accelera, se non riesci a parlare rallenta”

E' un metodo soggettivo semplice che si può utilizzare per determinare l'intensità cardiorespiratoria di un esercizio.

Consiste nel mantenere un'andatura che consenta di conversare: l'intensità appropriata per il miglioramento della capacità di resistenza è considerata quella alla quale è appena possibile parlare.

Gli studi fatti hanno dimostrato una stretta correlazione tra questo test, il massimo consumo di ossigeno e la massima frequenza cardiaca.

Al di sopra l'intensità dell'esercizio si colloca oltre la soglia anaerobica. Come metterlo in pratica? Si consiglia di provare circa ogni 15 minuti a parlare o contare ad alta voce



* **Allenamento per l'alta quota**

Per attività alpinistiche in alta quota è necessaria una preparazione che includa anche una fase di acclimatazione. Più l'ascensione programmata è impegnativa, più bisognerà curare non solo la preparazione atletica ma anche quella psicologica e quella tecnica.

Per almeno 6 mesi prima della partenza bisogna allenarsi 3-4 giorni alla settimana alternando allenamenti aerobici e allenamenti di potenza; e inserendo anche allenamenti di durata (escursioni di 3-4 ore).

Per l'acclimatazione è utile trascorrere qualche giorno (per esempio una settimana e qualche fine settimana) nei 2-3 mesi precedenti ad altitudini superiori ai 3000-3500 m.

L'acclimatazione conseguita riduce, infatti, il successivo rischio di mal di montagna e l'intensità dell'allenamento seguito in altitudine, anche se meno intenso di quanto sarebbe a livello del mare, è comunque adeguato per prestazioni a quote simili.

Errori da evitare per gli allenamenti in quota

- **Non fare un'adeguata acclimatazione prima di iniziare gli allenamenti. In genere, per allenamenti a quote intorno ai 2000 m sono necessari da 1 a 3 giorni di acclimatazione, mentre per quote attorno a 5000 m sono necessari almeno 5-7 giorni di acclimatazione.**
- **Non avere un adeguato allenamento aerobico di base.**
- **Fare troppo lavoro anaerobico nei primi giorni.**
- **Non consentire adeguati tempi di recupero.**
- **Arrivare in quota in condizioni di salute non ottimali.**
- **Non idratarsi a sufficienza.**

Contapassi

Dal numero dei passi si può risalire alla distanza percorsa e al numero di calorie consumate. Per calcolare la distanza bisogna percorrere a passi regolari una distanza nota (per esempio 100-150 m) contando i passi. Utilizzando un contapassi durante le camminate sarà possibile calcolare la distanza percorsa. Per quanto riguarda il consumo calorico, sapendo che con la camminata a passo sostenuto consumiamo circa 1 cal/kg/km il calcolo è semplice. Un soggetto che pesa 60 kg e che cammina per 5 km consumerà 300 calorie, per 10 km 600; un soggetto che pesa 80 kg ne consumerà 400 camminando per 5 km e 800 camminando per 10 km.

A quali esami sottoporsi prima di un trekking o di una spedizione in alta quota?

- **Almeno 3 mesi prima della partenza è importante fare alcuni esami.**
- **Prelievo del sangue per emocromo, sideremia, ferritina, funzionalità epatica e renale, elettroliti.**
- **Spirometria.**
- **ECG a riposo e sotto sforzo, meglio se con valutazione del massimo consumo di ossigeno.**
- **Panoramica dei denti e visita odontoiatrica.**

Uso dei bastoncini

Durante lunghe escursioni le ginocchia sono sottoposte a notevoli sollecitazioni soprattutto in discesa. Queste possono essere in parte attutite dall'uso di bastoncini tipo quelli da sci. Conviene munirsi di bastoncini telescopici che possano essere accorciati e infilati nello zaino.

L'uso dei bastoncini inoltre rende meno faticoso il trasporto di uno zaino pesante e aiuta a mantenere l'equilibrio soprattutto su terreni scivolosi.

Se si cammina senza carico, è sufficiente utilizzare un solo bastoncino, se si porta lo zaino meglio utilizzarne due per controllare l'equilibrio.

L'uso deve però essere corretto:

- I bastoncini vanno tenuti vicino al corpo perché maggiore è la distanza dal corpo, minori sono i vantaggi.
- Quando fa freddo i bastoncini non devono essere troppo alti: infatti le mani durante la camminata devono trovarsi più in basso dei gomiti per non compromettere la circolazione del sangue, il che porterebbe a un rapido raffreddamento delle mani.



L'UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme) li raccomanda nelle seguenti situazioni:

- **nelle persone anziane;**
- **nelle persone sovrappeso;**
- **nelle persone con preesistenti patologie articolari;**
- **quando si trasportano sulle spalle carichi pesanti.**

Bisogna però sapere che l'uso continuo dei bastoncini può ridurre il senso dell'equilibrio dell'escursionista esponendolo quindi a qualche rischio aggiuntivo sui percorsi più delicati nei quali l'uso dei bastoncini non sia possibile (per esempio creste molto strette).



Caldo

Il problema principale in montagna non è tanto l'esposizione a temperature elevate quanto l'esposizione al sole. Bisogna quindi portare sempre con sé un cappello o un foulard o una bandana per coprire il capo. Ricordarsi che i lobi delle orecchie e il collo, se non sono coperti, vanno protetti con la crema solare.

Radiazioni ultraviolette

In montagna la riduzione dello strato atmosferico che assorbe le radiazioni solari aumenta il rischio di effetti dannosi dei raggi ultravioletti la cui azione è ulteriormente amplificata dalla presenza di neve o ghiaccio che riflettono i raggi (l'intensità dei raggi ultravioletti aumenta di circa il 10% ogni 1000 metri di altitudine).

Sono quindi possibili ustioni di diversa gravità fino alle bruciature: è indispensabile l'uso di creme solari con un fattore protettivo di almeno 20.

Ricordare che anche le creme vendute come resistenti all'acqua lo sono molto meno al sudore; la loro applicazione va quindi ripetuta ogni 2, 3 ore durante attività fisica intensa.

Chi è soggetto ad herpes labiale deve proteggere le labbra applicando più volte una crema a protezione totale.

Sole e occhi

I raggi ultravioletti riflessi dalla neve possono essere molto intensi e se gli occhi non sono adeguatamente protetti con lenti appropriate possono essere danneggiati anche gravemente. I raggi ultravioletti sono un nemico invisibile perché l'occhio umano non riesce a percepirli. Sono tanto più intensi quanto maggiori sono la quota e la posizione del sole nel cielo. Ci sono poi delle situazioni particolari nelle quali l'individuo tende a ridurre l'attenzione protettiva; un tipico esempio sono le giornate con nebbia intensa o scarsa visibilità.

I raggi ultravioletti e la nebbia

Nelle giornate nebbiose, la luminosità è ridotta perché i raggi infrarossi vengono in parte assorbiti dalle goccioline di acqua. Altrettanto però non accade per i raggi ultravioletti. La ridotta luminosità spinge gli alpinisti a non usare gli occhiali; attenzione però, soprattutto in ambienti glaciali.

Ho perso gli occhiali da sole...

Se si perdono gli occhiali e non se ne ha un paio di scorta bisogna inventarsi qualcosa per proteggere il più possibile gli occhi riducendo al massimo la quantità di raggi solari che vi possono arrivare. Va bene qualunque cosa che possa essere legata intorno al viso e sulla quale si possano tagliare due fessure (del cartone, un foulard, una bandana). L'estrema soluzione è quella di coprirsi gli occhi, uno e l'altro alternativamente.

Gli occhiali da sole

Più elevate sono la quota che si programma di raggiungere e la durata del soggiorno, maggiore è l'importanza nella scelta degli occhiali da sole. Una particolare cura va posta anche da chi trascorre molte ore in ambiente glaciale/innevato, indipendentemente dalla quota. Le lenti devono: filtrare le radiazioni dannose; ridurre le altre parti dello spettro luminoso in modo da non stressare l'occhio con luce eccessiva; riprodurre fedelmente i colori; mantenere inalterata l'acutezza visiva e la percezione dello spazio. Affidarsi quindi a negozi specializzati e cercare, se possibile, i foglietti di istruzione delle ditte costruttrici che specificano l'assorbimento delle radiazioni e il materiale con cui le lenti sono costruite.

Come scrive Paolo Gugliermi, medico oculista e alpinista, "Ricordiamoci che quello che cerchiamo è uno strumento da montagna e non solo un oggetto di moda", quindi nel negozio non limitiamoci a guardare l'effetto estetico ma "andiamo sull'uscio per verificare l'effetto delle lenti alla luce".

Meglio usare occhiali che proteggano anche lateralmente, evitare le lenti di vetro soprattutto bordate di metallo, che può scaldarsi e creare delle piccole ustioni sulla pelle circostante.

Quando si parte per un trekking in alta quota o per una traversata sci-alpinistica o un'escursione su ghiacciaio è meglio avere un paio di occhiali da sole di scorta.

Prevenzione della Patologie da Freddo

- **Abbigliamento adeguato**
- **In condizioni di freddo intenso coprire ogni parte del corpo compreso il viso**
- **Evitare abbigliamenti troppo stretti, soprattutto gli scarponi**
- **Non mettere troppe calze o calze molto strette.**
- **Mantenersi asciutti**
- **Nutrirsi e Idratarsi adeguatamente**
- **Utilizzare ossigeno alle quote estreme (> 7500 metri)**
- **Attenzione ai primi segni di raffreddamento:**
 - dita delle mani o dei piedi fredde o intorpidite;**
 - pallore del naso o delle orecchie**
- **Minimizzare gli effetti di patologie che possano predisporre ai congelamenti (diabete, malnutrizione, malattia di Raynaud)**
- **In clima freddo mantenersi in esercizio, muoversi.**
- **I bambini e gli anziani sono più esposti alle patologie da freddo**

Se compaiono i primi segni di raffreddamento

- **Allontanarsi dalle zone più ventose e cercare riparo al più presto.**
- **Togliere guanti e calze bagnati.**
- **Sostituire gli indumenti bagnati con indumenti asciutti.**
- **Riscaldare le estremità fredde.**

Fattori di rischio per congelamenti e ipotermia.

- **Fare attività fisica in acqua o sotto la pioggia**
- **Soggetti con scarso grasso sottocutaneo, percentuale di grasso e massa muscolare**
- **Età > 60 anni**
- **Età < 15 anni**
- **Ipoglicemia**

LE RICERCHE IN ALTA QUOTA

DOVE

In Europa

Capanna Osservatorio Regina Margherita sulla Punta Gnifetti del Monte Rosa. Nel 1980 il Rifugio è stato completamente ricostruito e ingrandito. Attualmente può ospitare circa 70-80 alpinisti. Alcuni locali sono comunque sempre a disposizione dei ricercatori



Capanna Vallot, a 4300 m sul Monte Bianco,



Jungfraujoch che sorge in Svizzera a 3571 m di quota nel cuore della regione dello Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn. La Jungfraujoch è raggiungibile con la Jungfraubahn, la ferrovia più alta d' Europa, che parte da Interlaken.



Fuori dall' Europa

Laboratorio Piramide è stata costruita all' inizio degli anni Novanta per volontà di Ardito Desio, geologo, alpinista, capo della spedizione italiana che nel 1954 salì sul K2. Inizialmente il progetto ne prevedeva la costruzione nei pressi del Campo Base Nord dell' Everest a 5300 m in Tibet. Era però l' anno dei disordini in Cina e la situazione politica sconsigliava l' installazione del laboratorio in Cina; venne così deciso di edificarla sul versante Sud dell' Everest, in Nepal, a 5050 m.

È una costruzione in vetro, alluminio e acciaio, con base quadrata (13,22 m × 8,40 m di altezza), e all' interno si sviluppa su tre piani. È del tutto autosufficiente dal punto di vista energetico. Si raggiunge a piedi con un trekking di almeno quattro giorni, meglio sette per consentire all' organismo di acclimatarsi. Le apparecchiature sono portate dai portatori o, se troppo pesanti e ingombranti, in elicottero. È gestita in cooperazione tra il NAST (l' Accademia delle Scienze Nepalese) e il CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) italiano attraverso l' Associazione EV-K²-CNR.



Laboratorio del Pikes Peak a 4000 m sulle Montagne Rocciose in Colorado, raggiungibile in auto in circa un' ora.

Laboratorio sul Monte Evans a 4300 m sulle Montagne Rocciose, raggiungibile con “la più alta strada asfaltata degli Stati Uniti”.

White Mountain Research Laboratory in California, anch' esso raggiungibile in auto o bus. È costituito da quattro strutture tra i 1200 e i 4400 m; la possibilità di accesso anche nei mesi invernali lo rendono molto interessante per studi scientifici di vario tipo.

Osservatorio Mauna Kea a 4200 m sul vulcano omonimo situato a Big Island (Hawaii), molto noto come osservatorio astronomico e considerato il miglior sito di osservazione dell' emisfero settentrionale della Terra.

Instituto de Investigaciones de la Altura a Cerro de Pasco a 4340 m in Perù, gestito dall' Università Peruana Cayetano Heredia.

Centro Internazionale per gli Studi Andini (Incas), nella città di Putre, nella provincia di Parinacota, a 3600 m di quota, nel nord del Cile. Il laboratorio è indipendente ma strettamente collegato all' Università del Cile.

Istituto Boliviano de Biología de Altura a La Paz a 3800 m.

Chacaltaya a 5230 m di quota sulle Ande Boliviane, a circa un' ora e mezza di strada da La Paz. È il laboratorio più alto del mondo per la ricerca astrofisica e sui raggi cosmici.

Laboratorio de Altura a 5100 m sulla Sierra pampeana di Famatina, frutto di un accordo tra il Consiglio Nazionale delle Ricerche italiano e l' Università della città di Chilecito in Argentina.



Allenamento in altitudine

Distinguiamo l'allenamento in altitudine in vista di prestazioni in quota e l'allenamento in altitudine per migliorare le prestazioni a livello del mare.

Le osservazioni di seguito riportate si basano su tre principi fondamentali.

1. Il VO₂max si riduce progressivamente salendo di quota a partire dai ≈ 1500 m. Gli allenamenti di resistenza in alta quota sono quindi caratterizzati da intensità inferiori a quelle raggiungibili a livello del mare.
2. L'esposizione a un ambiente ipossico stimola la produzione di EPO, aumentando il numero dei globuli rossi circolanti e la capacità di trasporto dell'ossigeno → i tessuti periferici hanno a disposizione una maggiore quantità di ossigeno e questo si potrebbe tradurre, tornando a livello del mare, in un miglioramento delle prestazioni di resistenza.
3. La permanenza in alta quota, però, può anche portare a un deterioramento della nostra macchina e quindi ridurre i benefici attesi. È stato infatti dimostrato che dopo un'esposizione prolungata a ipossia sostenuta, quale si verifica nel corso di spedizioni himalayane con permanenze di 4-6 settimane a quote > 5000 m, i muscoli vanno incontro a delle modificazioni caratterizzate da **riduzione del 10-15% del volume del muscolo e da riduzione della grandezza delle fibre muscolari, della densità dei mitocondri e della capacità ossidativa di circa il 20%**

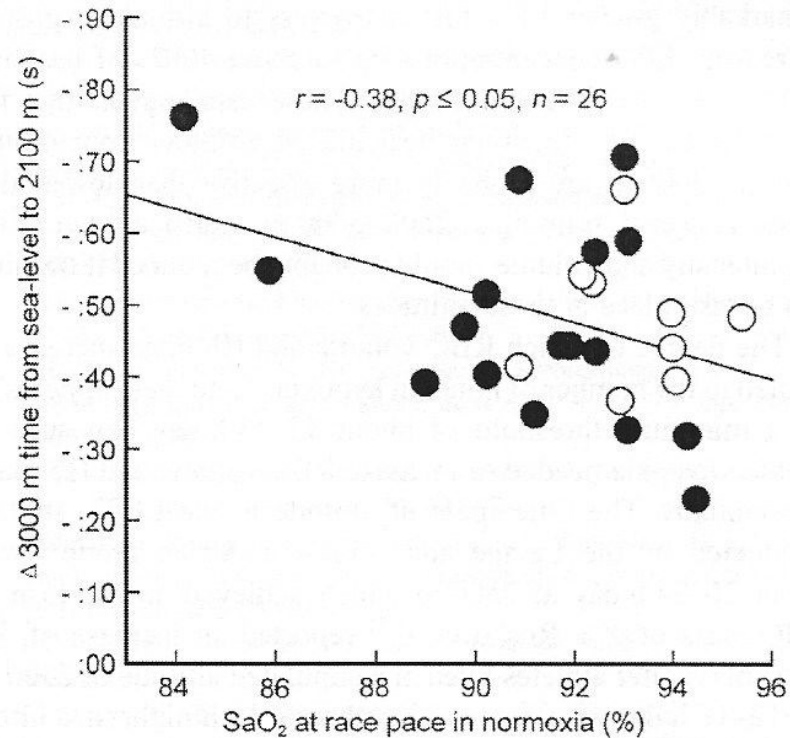


Fig. 1. Relationship between SaO₂ during race pace running in normoxia and the change in 3000 m race time from sea-level to an altitude of 2100 m. Closed circles indicate men; open circles, women. Reused with permission.⁴⁹

Table 5 Negative effects of altitude training.

Negative effect	Recommendations to reduce harm to athlete
Immune suppression	Illness free prior to training Reduce microbial exposure Adequate nutrition Reduce interval training intensity and increase recovery periods Avoid training schedules which exceed 8 weeks in length
Sleep disturbance	Gradual ascent Acetazolamide
Weight loss	Increase meal frequency and calorific intake Low protein diet
Iron deficiency	Monitor body mass and composition Monitor serum ferritin levels Iron supplementation
Dehydration	Increase fluid intake to 4–5 L per day Avoid caffeinated beverages
Cold injury	Appropriate clothing (warm and dry) Limit exposure to excess cold
Ultraviolet injury	Sun-cream and sunglasses Covering of high-risk areas of body Limit training during hours of peak sun exposure

Allenamento in quota per prestazioni a livello del mare

È una pratica basata sui possibili benefici ottenuti sulla prestazione a livello del mare dopo un periodo di allenamento in altitudine. Le prime osservazioni furono fatte con le Olimpiadi di Mexico City (2300 m).

Le prime esperienze sono consistite in soggiorni di almeno 3-4 settimane a quote tra i 1800 e i 2200 m con benefici sulle prestazioni di resistenza a livello del mare (su lunghezze di almeno 3000-5000 m). Con il progredire di questa pratica ci si rese conto di due problemi: data la riduzione del VO_2max , gli atleti in quota non riuscivano a mantenere gli stessi ritmi tenuti a livello del mare, quindi l'intensità degli allenamenti seguiti era in genere minore e i tempi di recupero maggiori; non tutti gli atleti, inoltre, rientrati a livello del mare, miglioravano le loro prestazioni. Sono quindi state delineate tre tipologie di allenamento in altitudine, distinguendo i momenti di attività da quelli di riposo:

- vivere e allenarsi in altitudine (> 2500 m), utile soprattutto x prestazioni in HA;
- vivere in altitudine e allenarsi a bassa quota;
- vivere a bassa quota e allenarsi in alta quota.

*** LIVING HIGH-TRAINING LOW**

Questa strategia combina
l'acclimatazione ad una
altitudine moderata (2500m)
con l'allenamento ad una
quota inferiore (1200m) e si è
dimostrata in grado di migliorare
le performance a livello del mare
per prestazioni della durata
di 8-20 minuti.

Quello di vivere in altitudine e allenarsi a bassa quota è un abbinamento che ha il vantaggio di aumentare il numero dei globuli rossi, quindi il trasporto di ossigeno, consentendo di raggiungere intensità di allenamento adeguate e non inferiori a quelle che si adotterebbero a livello del mare.

La quota ideale per il soggiorno è tra i 2100 e i 2500 m per almeno 4 settimane; gli allenamenti si devono svolgere a una quota alla quale non si avverta ancora la riduzione di ossigeno per consentire un'adeguata intensità degli esercizi (intorno ai 1200 m).

Questa combinazione, definita in lingua anglosassone *Living high-Training low*, porta a significativi miglioramenti della performance per sport di resistenza (5000 m).

* LIVING HIGH-TRAINING LOW

1° regola

ripristinare i depositi di Fe^{++} negli atleti che le hanno ridotte.

Infatti gli atleti con deficit di Fe^{++} **NON** sono in grado di aumentare i Globuli Rossi in risposta all'altitudine.

Quando soggetti abitualmente residenti slm salgono rapidamente in quota il turnover del Fe $\uparrow > 2,5$ volte.

L' incremento inizia dopo poche ore di esposizione e raggiunge un picco dopo circa 2, 3 settimane.

L'esame diretto del midollo osseo mostra $\uparrow\uparrow$ delle cellule rosse nucleate che raddoppiano in circa 7 giorni = eritropoiesi accelerata

*** Studi sui diversi livelli e durata dell'Ipossia**

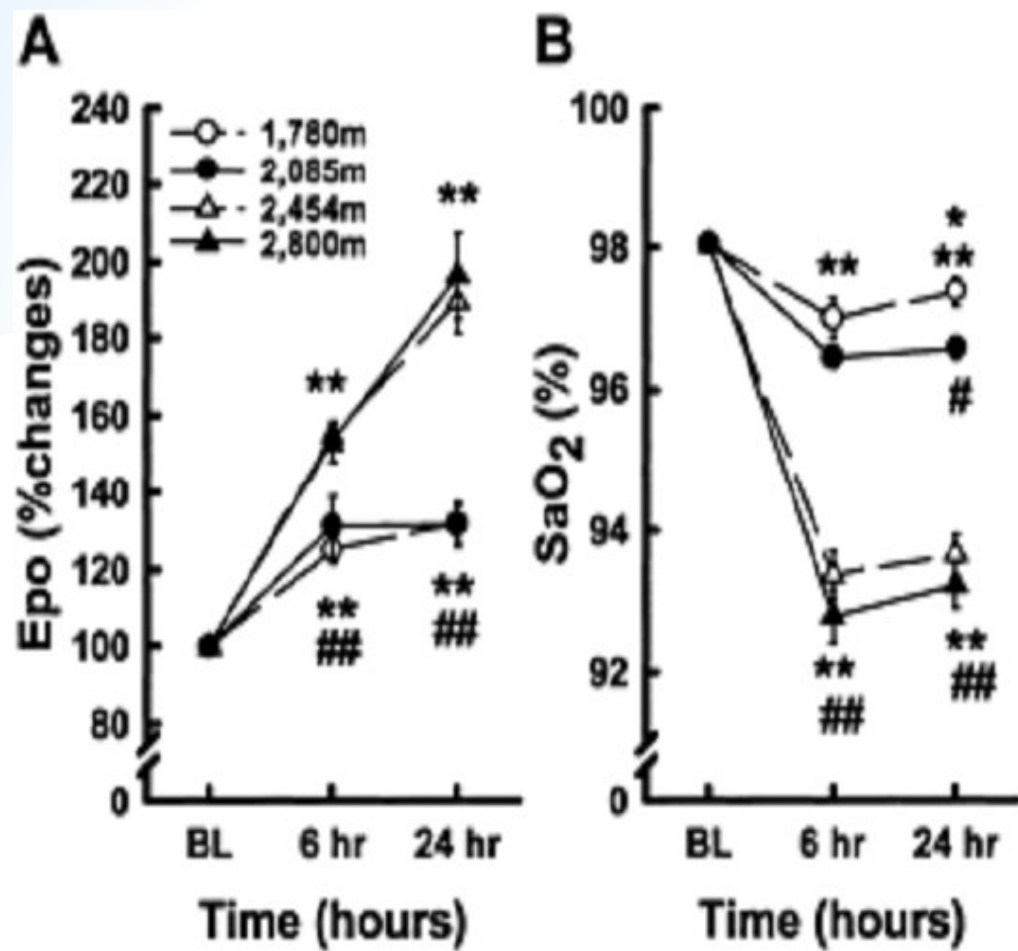
Soggetti esposti per

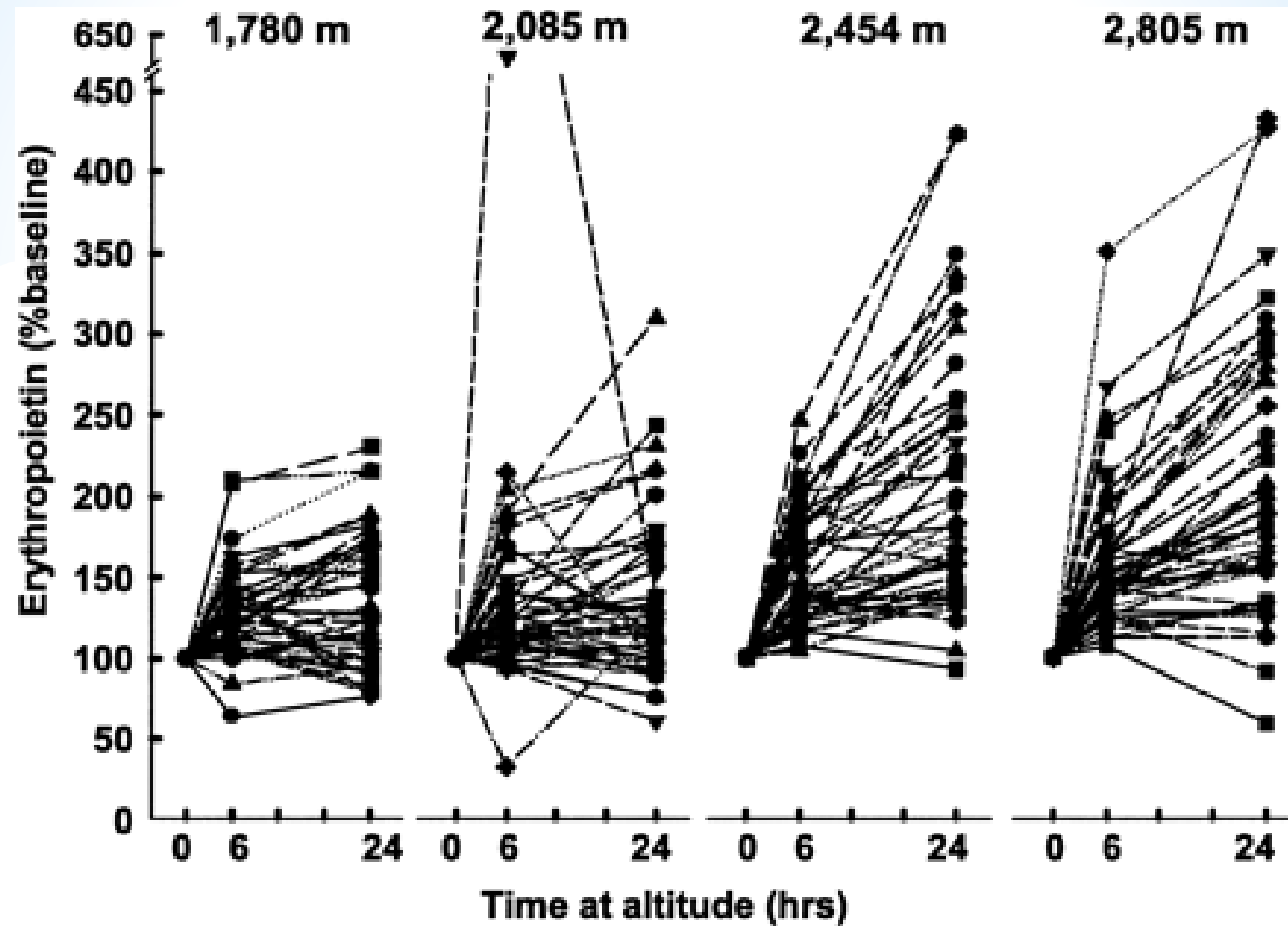
6 ore

24 ore

a

1780m, 2085m, 2454m, 2800m





**I livelli di EPO alle altitudini inferiori aumentano modestamente (24-30%),
raggiungendo il picco dopo 6 ore.**

**Alle due altitudini più elevate l'EPO aumenta molto (77-92%) con
incremento continuo dopo 24 ore.**

Quindi per stimolare rilascio di EPO ++ occorrono quote >2,100-2,500

**Soglia per la produzione di EPO > 24 ore
>2,100-2,500 m**

**La produzione di EPO in altitudine é contraddistinta da notevole
variabilità interindividuale:**

**Alcuni soggetti incrementano EPO ~100% a 1,780 m,
altri non l'incrementano a 2,805 m.**

**Questa variabilità é regolata da fattori correlati alla PO₂ del
parenchima renale e da altri fattori probabilmente correlati alla
regolazione della trascrizione di EPO**

* LIVING HIGH-TRAINING LOW

Gruppo High-Low diviso in 2 sottogruppi:

Responders \uparrow performance sui 5000m > media

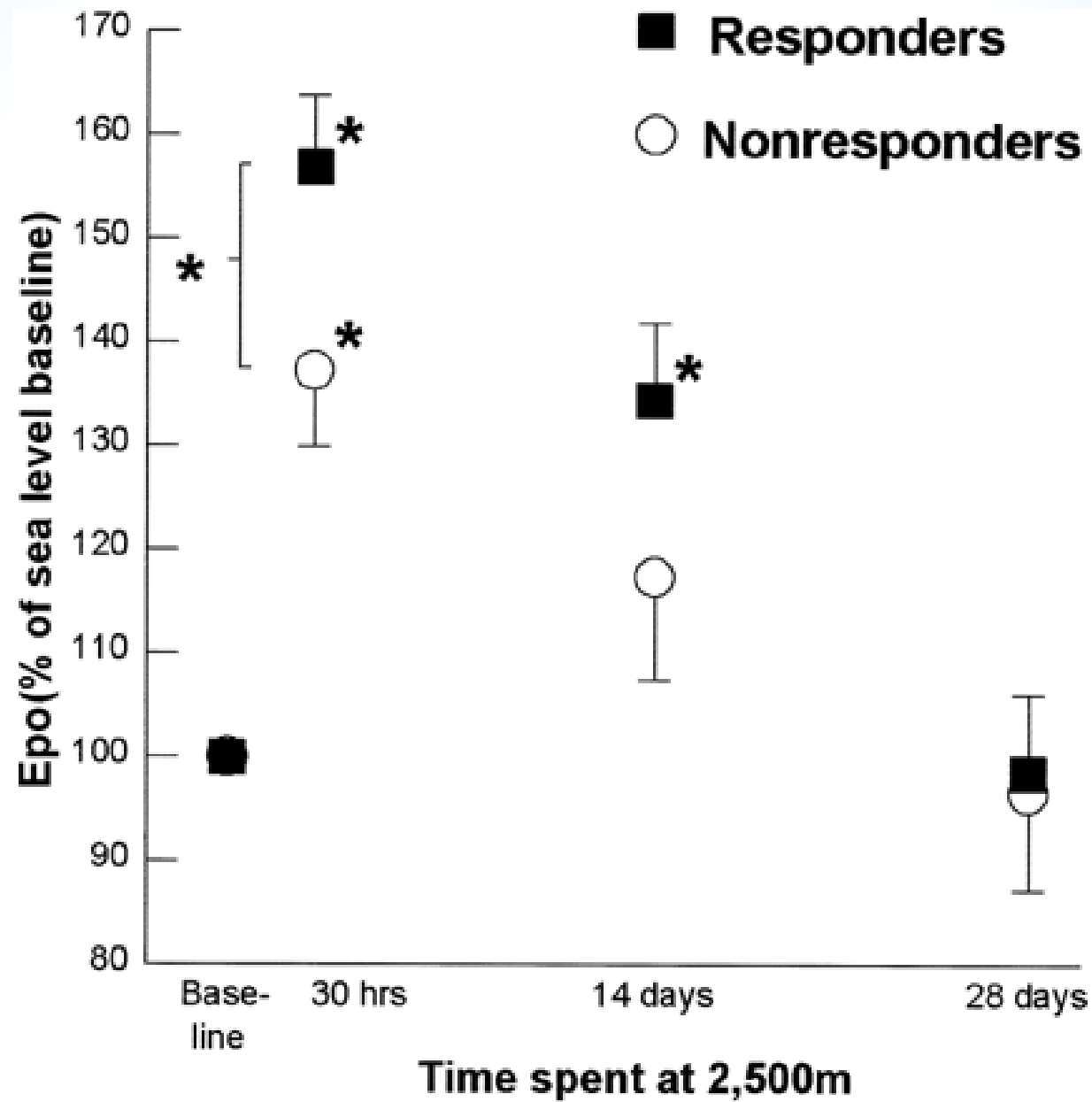
Non-responders no \uparrow performance

Nessuna differenza tra i valori basali a sl:

(età, VO_2 max, performance sui 5000m, Hb)

Nessuna differenza sulla risposta di acclimatazione

(SpO_2 a riposo, da sforzo, durante sonno a 2500m)

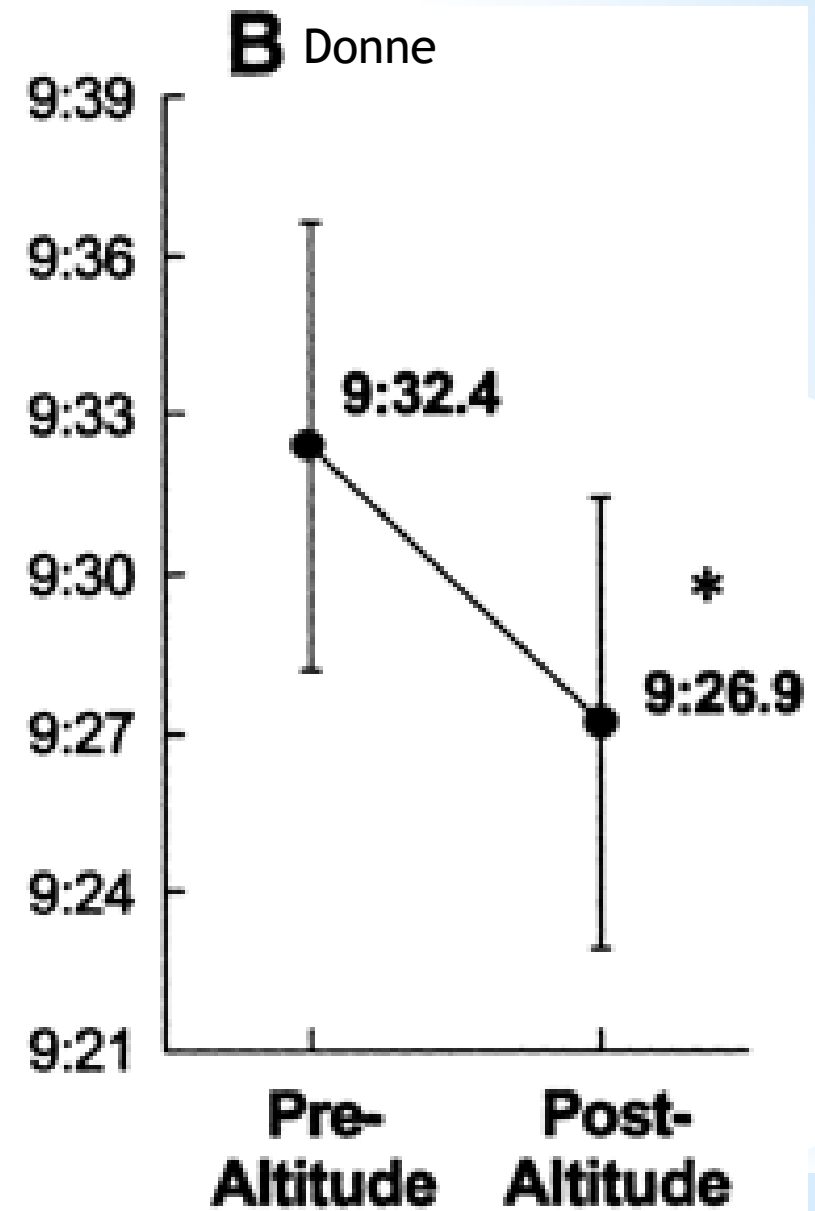
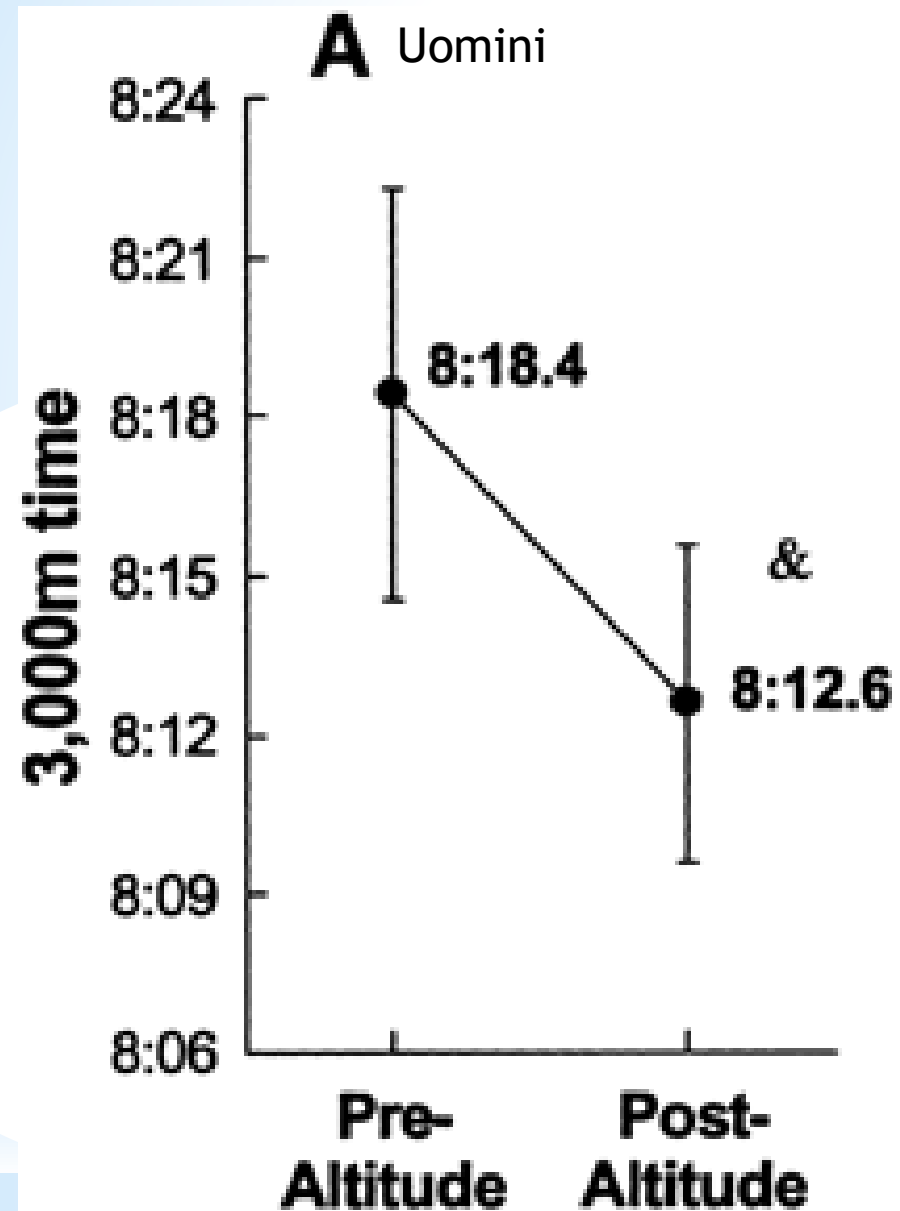


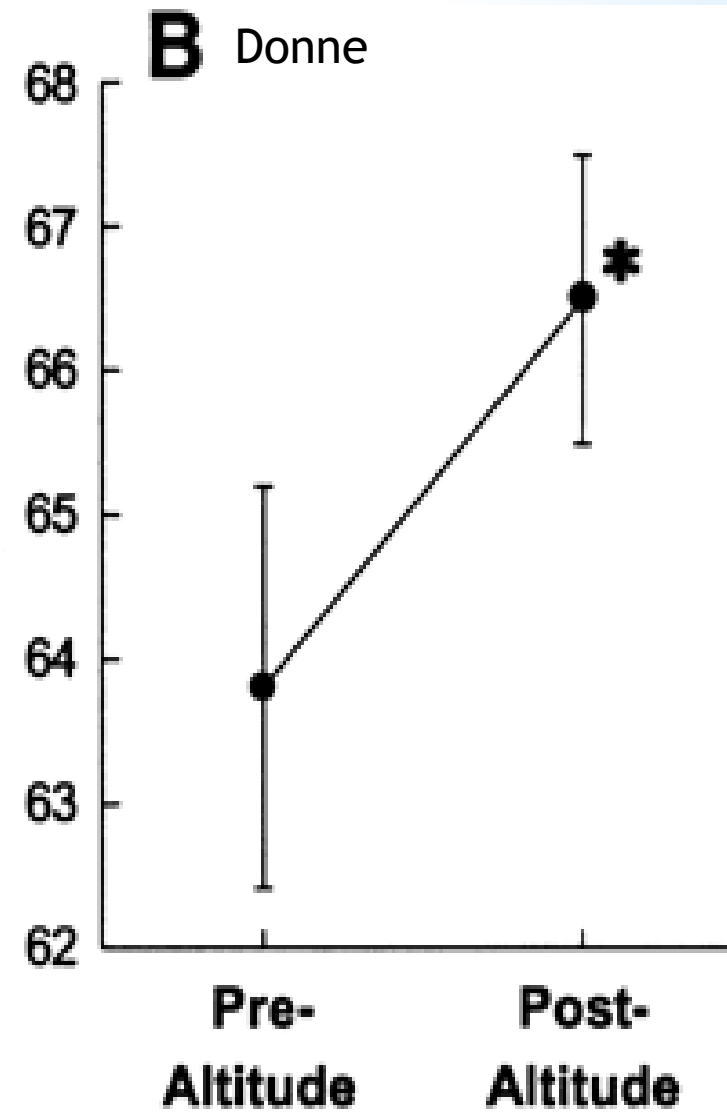
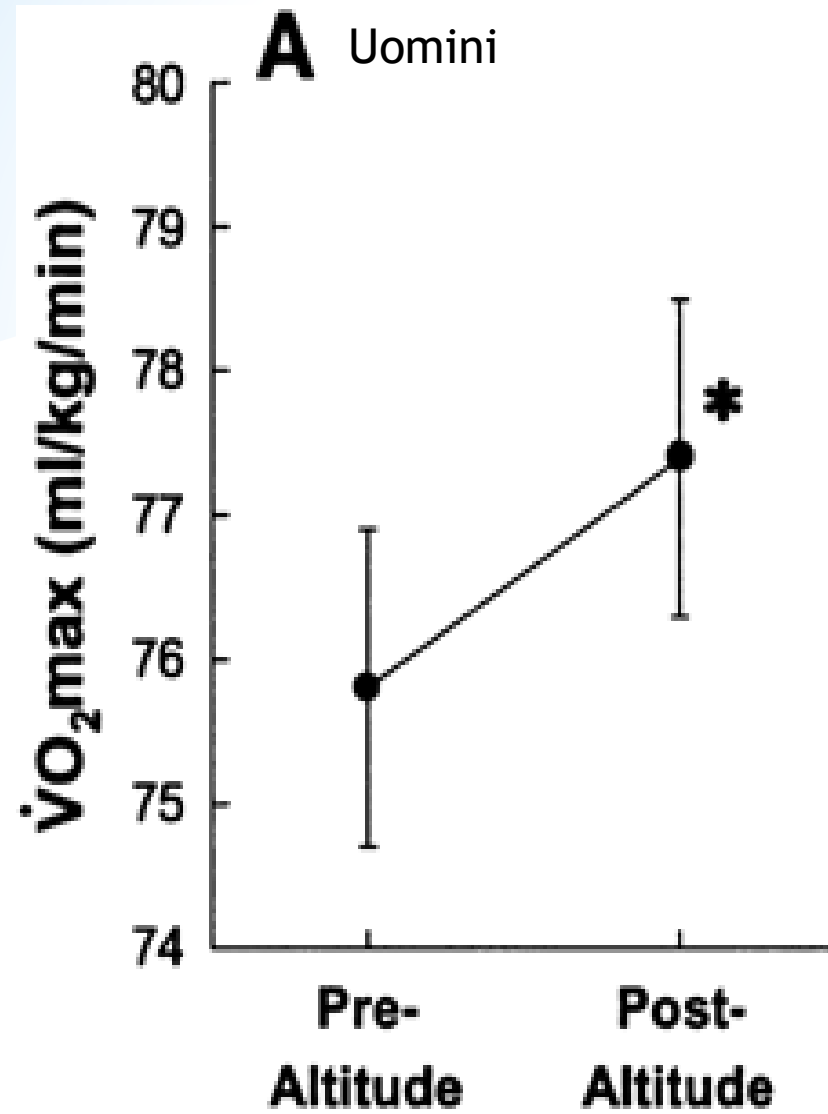
* LIVING HIGH-TRAINING LOW

Atleti che

- vivono a 2500m
 - si allenano di base a 2000-3000m
 - svolgono **allenamento intenso** a 1250m
- (= High-High-Low)

Hanno gli stessi miglioramenti degli atleti High-Low cioè degli atleti che vivono in alto e svolgono tutto l'allenamento a bassa quota.





*** LIVING HIGH-TRAINING LOW**

- 1.** Living High-Training Low migliora le performance a livello del mare
- 2.** Il meccanismo principale risiede nella stimolazione dell'eritropoiesi ---
-> Hb↑, volume ematico ↑, capacità aerobica ↑.

A Clinician Guide to Altitude Training for Optimal Endurance Exercise
Performance at Sea Level

Keren Constantini, Daniel P. Wilhite, and Robert F. Chapman

HIGH ALTITUDE MEDICINE & BIOLOGY 2017

Fattore positivo

L'esposizione all'ipossia è lo stimolo **NECESSARIO** e **INDISPENSABILE** per gli adattamenti ematologici e ventilatori

Fattore negativo

La riduzione di O₂ riduce però la capacità/intensità degli allenamenti e gli atleti sono obbligati ad allenarsi a intensità inferiori.

Si può quindi verificare un detraining che spiega il mancato miglioramento di VO₂max e di performance dopo allenamenti in quota (LH-TH)

Il modello Living High-Training Low (LHTL) prevede che gli atleti vivano e dormano ad altitudine moderata/alta.

Le sedute di allenamento si svolgono invece il più possibile vicino a livello del mare per massimizzare gli effetti positivi della acclimatazione ipossica e minimizzare gli effetti negativi dell'allenamento in quota.

Con questa modalità di allenamento, si mantiene il flusso di O₂ permettendo gli adattamenti fisiologici associati con l'allenamento di endurance.

→ VO₂max migliora dopo 4 settimane

→ Migliora anche il consumo di O₂ alla soglia

→ Migliora la performance a livello del mare solo quando sono integrate sessioni di allenamento a bassa quota.

Date le difficoltà logistiche di andare da HA a SL due volte al giorno per gli allenamenti molti atleti utilizzano un metodo più conveniente:

Live High-Train High-Low

Prevede di svolgere a bassa quota solo le sessioni ad alta intensità (2-3/settimana)

STUDIO LH-TL A DIVERSE ALTITUDINI: 1780, 2085, 2454, and 2800 m

Solo gli atleti che hanno soggiornato a 2085 e 2454 m hanno avuto un miglioramento sul tempo di percorrenza dei 3000 m subito dopo il ritorno a livello del mare e il miglioramento è durato per 2 settimane.

Questo nonostante l'incremento di EPO e di VO_{2max} sia stato maggiore nei soggetti che hanno soggiornato a 2800m.

Invece, la risposta dell'EPO nel gruppo che ha soggiornato a 1780 m è stata la più bassa e in questo gruppo non c'è stato alcun miglioramento né del VO_{2max} né del tempo di corsa.

- Soggiornare a 2000–2500m (equivalente a FiO_2 del 16%) sembra essere la quota ottimale per i miglioramenti ematologici, fisiologici e di performance
- Soggiornare a quote inferiori non fornisce uno stimolo sufficiente ad incrementare apprezzabilmente il numero dei globuli rossi o a migliorare la performance.
- Soggiornare a quote più elevate ha degli effetti negativi senza offrire un incremento più significativo dei GR.

TABLE 3. PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR ALTITUDE TRAINING TO OPTIMIZE SEA LEVEL PERFORMANCE

<i>Consideration</i>	<i>Recommendations</i>
Prealtitude considerations	<p>Health status: in cases of preexisting injury/illness, athletes should reconsider altitude training as those conditions may prevent altitude-induced adaptations or even exacerbate the injury/illness.</p> <p>Illness <i>during</i> altitude exposure is also likely to interfere with potential hematological adaptation to altitude.</p> <p>Ferritin levels: for iron supplementation prealtitude and during altitude exposure, see Table 2.</p> <p>Anecdotal evidence suggests that high-intensity training and increased levels of fatigue should be avoided in the days leading up to an altitude training camp.</p>
Living altitude	<p>Data suggest that an altitude of 2000–2500 m ($\text{FiO}_2 \approx 16\%$ at sea level) is optimal for hematological, physiological, and performance improvements.</p> <p>Lower altitudes (<2000 m) do not appear to sufficiently stimulate hematological and physiological changes that could enhance performance.</p> <p>Marginally larger increases in RCM occur at higher altitudes (>2500 m); however, those altitudes are also associated with negative side effects (e.g., poorer sleep quality and increased ventilatory acclimatization) and no sea level performance improvements.</p>
Training altitude	<p>An abundance of data suggests that an altitude of 1250 m is low enough to maintain an appropriate training stimulus and maximize training adaptations.</p> <p>Athletes who experience significant arterial desaturation during heavy exercise (even at sea level) might need to go lower than 1250 m.</p>
Considerations for initial ascent	<p>Poor sleep quality and dehydration during the first few days at altitude may lead to inadequate recovery unless training loads are adjusted accordingly.</p> <p>Increased ventilation and perception of breathing effort during altitude/hypoxic exposure could impair training ability.</p>
Workout selection	<p>Low-intensity training sessions can be performed at altitude (i.e., the living altitude).</p> <p>Higher intensity workouts (e.g., fast intervals and training at or faster than threshold pace) should be performed at lower altitudes.</p> <p>Due to reduced aerobic capacity at altitude, training intensities and volumes should be adjusted (reduced) to avoid overtraining and allow better acclimatization.</p>
How long to stay	<p>Data on optimal duration of hypoxia to maximize hematological adaptations and performance are less clear and remain equivocal.</p> <p>It has been suggested that a minimum of 21 days at altitude are required for substantial increases in hematological parameters, but further increases have been shown with 28 days of exposure.</p> <p>In contrast, others have proposed that 14 days of hypoxic exposure are sufficient for beneficial hematological adaptations and Hb_{max} increases by 1.1% for every 100 hours of hypoxic exposure with an upper limit of 7.7% increase in Hb_{max} (or ~ 700 hours).</p>
When to return	<p>Objective, scientific evidence is lacking on the question of optimal timing of return to sea level before competition.</p> <p>Based on anecdotal evidence, to maximize endurance performance, athletes should plan to compete within the first 48–72 hours or after ~ 14 days after return to sea level.</p> <p>Individual responses should be taken into consideration when timing return to sea level with rate of RCM decay and ventilatory acclimatization responses being key factors.</p>

RCM, red cell mass.

*** IPOSSIA CRONICA e MUSCOLI 1**

Reynafarje nel 1962 osservò su biopsie del muscolo sartorio di soggetti nati e residenti in alta quota che la concentrazione di enzimi ossidativi e di mioglobina era > nati e residenti in bassa quota.

Questa osservazione servì a stabilire il principio che l'ipossia tissutale è un elemento fondamentale dell'adattamento dei muscoli scheletrici all'ipossia.

Questi dati hanno evidenziato che l'attività ossidativa dei muscoli di soggetti adattati all'alta quota è generalmente maggiore di quella di soggetti nativi e residenti a livello del mare.

Una maggiore concentrazione di mioglobina nei mm dei soggetti nativi e residenti in alta quota potrebbe favorire la cinetica dell'utilizzazione dell'ossigeno durante l'acclimatazione.

Questo è stato forse il primo lavoro che ha spostato l'attenzione dai meccanismi di trasporto ai meccanismi di utilizzazione dell'ossigeno.

*** IPOSSIA CRONICA e MUSCOLI 2**

Una prova indiretta che la riduzione di potenza aerobica in HA non è solo la ridotta quantità di combustibile ma anche il ridotto funzionamento del motore viene dalla misura del VO_2max a 5200 (dopo 1 mese di permanenza) durante somministrazione di O_2 tale da ricreare la condizione che si ha a livello del mare. L'incremento di GR ed HB farebbe attendere un incremento del 125% rispetto al livello del mare, ma i soggetti hanno raggiunto solo il 90%.

* IPOSSIA e MUSCOLI

CONSENSO ATTUALE:

l'esposizione permanente ad ipossia severa per soggetti nati ed abitualmente residenti a livello del mare ha effetti dannosi sulla muscolatura

La relativa scarsità di ossigeno atmosferico porta ad una riduzione delle strutture coinvolte nell'utilizzazione dell'ossigeno;

anche la sintesi proteica risulta compromessa.

EFFETTO SUI MUSCOLI SCHELETRICI

Esposizione Intervallata

Elevati livelli di GLUT-4 dopo 6 settimane → uptake di glucosio

Neo angiogenesi → nuova capillarizzazione → flusso di sangue in periferia ↑

Densità dei mitocondri ↑

Concentrazione enzimi ossidativi ↑

Esposizione continua

ha invece effetti dannosi con atrofia delle fibre

*** IPOTESI**

Svolgendo sedute di allenamento in ipossia consentendo poi il recupero in normossia si potrebbero avere adattamenti favorevoli a livello muscolare senza incorrere nelle conseguenze negative dell'esposizione cronica.

Living low-Training high

I soggetti vivono a quote ≤ 2500 m e si allenano ≥ 3000 m.

All'inizio questa metodica era sembrata molto promettente, ma studi successivi hanno dimostrato che non ha maggiori vantaggi per le prestazioni a livello del mare rispetto all'allenamento in normossia.

Può invece essere utile per successive prestazioni in alta quota: consente infatti di abituare l'organismo a esercitarsi in condizioni di ridotta disponibilità di ossigeno evitando lo stress continuo che si ha quando si risiede in altitudine



Bisogna comunque considerare anche:

- 1. la normale quota di residenza dell'atleta.**
- 2. la variabilità individuale della perdita di max potenza e max VO₂.**

* QUALE QUOTA x L'ALLENAMENTO ?

Negli studi con risultati positivi la quota dell'allenamento è moderata (2300-2500m). Questo livello di ipossia moderata può essere sufficiente ad indurre una risposta negli atleti che possiedono un'ampia capacità ossidativa periferica e quindi una bassa PO_2 intracellulare.



*** Interval Hypoxic Exposure**

(1.5 -2.0 ore) sono sufficienti a stimolare il rilascio di EPO e quindi un incremento dei GR.

Generalmente gli atleti usano l'IHE a riposo o durante allenamento.

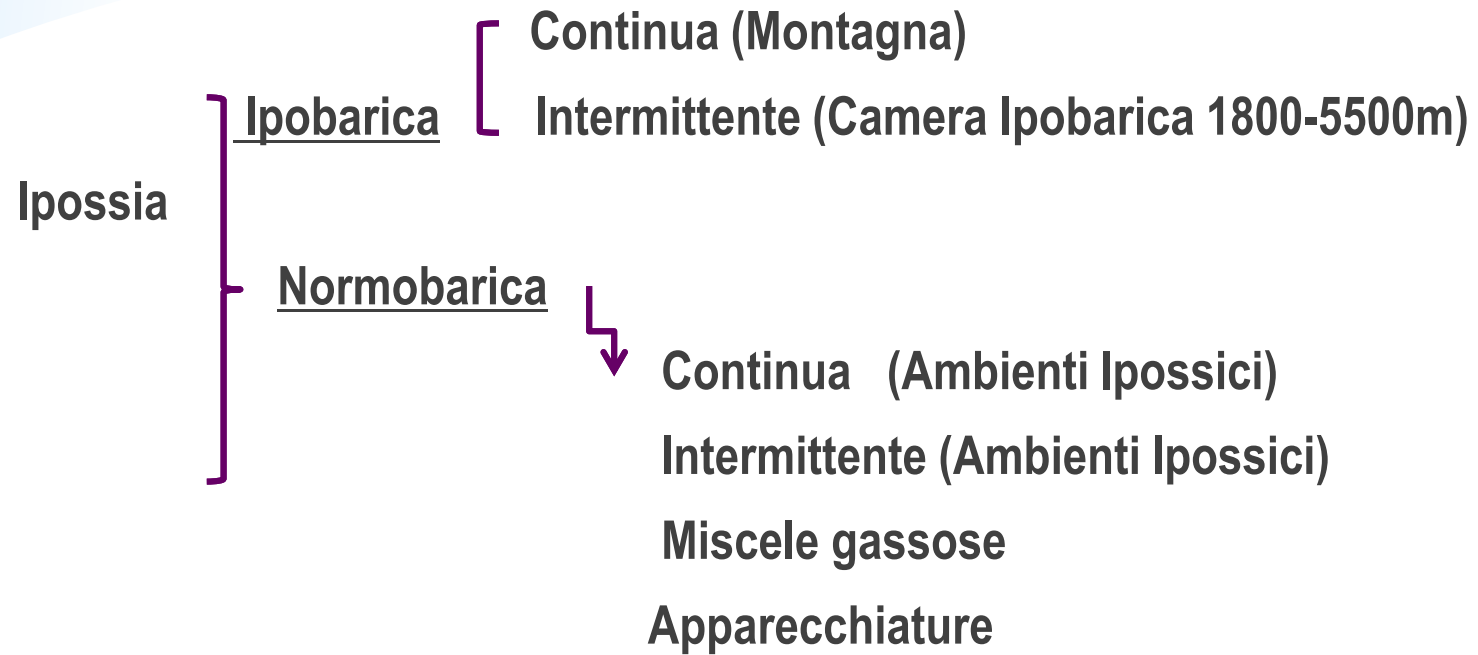
I dati scientifici a supporto non sono molti e spesso non sono conclusivi.

* ALLENAMENTO IN ALTITUDINE

non portare l'atleta in montagna
ma
portare la montagna all'atleta



* TIPI DI IPOSSIA



Popular high altitude training destinations

Country Location

Altitude

Africa

Ethiopia Addis Ababa	2300 m
Kenya Iten	2400 m
Morocco Ifrane	1660 m
South Africa Dullstroom	2100 m
South Africa Potchefstroom	1378 m

South America

Mexico St Louis Potosi	1850 m
Mexico Mexico City	2240 m

North America

USA Albuquerque	1619 m
USA Mammoth Lakes	2400 m
USA Boulder, Colorado	1655 m
USA Flagstaff	2106 m

Oceania

Australia Falls Creek	1600 m
-----------------------	--------

Europe

Spain Sierra Nevada	2320 m
France Font Romeu	1850 m
Switzerland St Moritz	1856 m

* METODI PER INDURRE IPOSSIA

- Sono tutti metodi messi a punto per simulare gli “elementi critici” dell’altitudine.
- L’esposizione può essere passiva o ci si può allenare.
- Ambienti ipossici simulano quote da 2000-3700m
- Apparecchi che inducono Ipoxia simulano da 1800-3700m alcuni fino a >4000m

* ELEMENTI CRITICI DELL'ALTITUDINE

Perché l'allenamento in altitudine sia efficace deve evidentemente fornire vantaggi > allenamento a livello del mare. Questi vantaggi possono essere dovuti a:

1. Acclimatazione ---> migliora il trasporto e/o l'utilizzazione dell'ossigeno
2. Esercizio ipossico che intensifica lo stimolo dell'allenamento.
3. Combinazione di 1+2

*** LIVING high – TRAINING high**

Studi controllati su soggetti che trascorrevano un lungo periodo in altitudine vivendo ed allenandosi a quote moderate non sono mai riusciti a dimostrare un effettivo miglioramento delle performance a livello del mare.

Questa metodica è invece valida per allenarsi a successive prestazioni in alta quota

* CONCLUSIONE

LIVING high- TRAINING low

↑ concentrazione di Hb e quindi migliora la capacità aerobica

LIVING low- TRAINING high

Migliorano le caratteristiche di trasporto dell'ossigeno del tessuto del muscolo scheletrico.

Table 3 Description, rationale, and main effects of altitude training models.

Model	Description	Rationale	Effects on performance	
			Positive	Negative
LHTH	Living and training at moderate altitude (1800 e2500 m) for 2e3 weeks	Live high: facilitate physiological adaptation Train high: additional hypoxic stimulus for adaptation	Increased endurance performance (six to eight weeks after training)	Reduced training intensity: - Loss of race specific fitness - Increased hypoxic stress - Overtraining - Immune suppression
LHTL	Living at 2000e2500 m for four weeks for greater than 22 h per day, and training at lower altitudes	Live high: facilitate physiological adaptation Train low: metabolic and neuromuscular benefits of high intensity training	Increases in endurance performance: Haematological: - Increased Hb mass Non-haematological: - Increased economy - Increased buffering - Increased ventilation	Requires significant travel between training sessions
IHT	Live in normobaric, normoxic conditions Train with short intervals of hypoxic stress using: - nitrogen dilution - oxygen filtration - inspiration of hypoxic gas	Increased hypoxic stress during training yields increased muscle adaptation	Increased endurance performance: - Increased O ₂ utilisation - Increased buffering	Reduced training intensity: - Loss of race specific fitness