

Effetti dell'altitudine su cuore, polmone e circolazione



Marina Tricoli, ASD 6 Palermo

Sestriere 28

A livello del mare.....

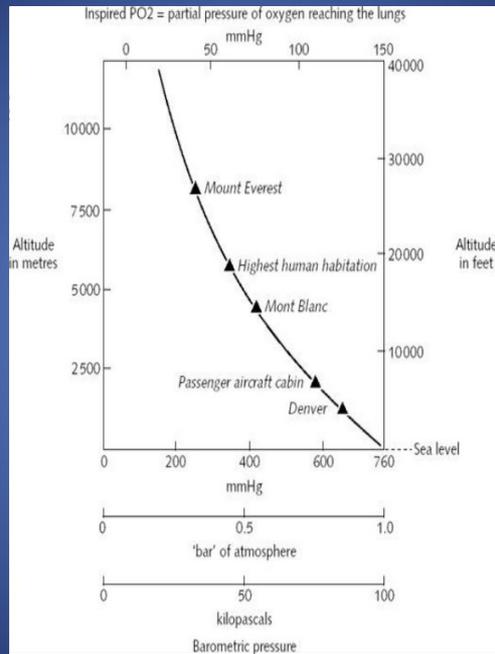
La pressione barometrica è 760 mmHg

La pressione parziale di O₂ dell'aria è 159 mmHg

Aumentando l'altitudine....

La pressione barometrica e la pressione parziale di O₂ si riducono progressivamente

IPOSSIA IPOBARICA



Perché è importante la Pressione parziale di O₂ nell'aria inspirata???

Il trasferimento di O₂ ai tessuti avviene attraverso tre step:

ARIA → POLMONI → SANGUE → TESSUTI

Il drive principale di questo trasferimento è la PO₂ nell'aria inspirata, che si modifica con l'altitudine.

Pertanto a diversi livelli di altitudine corrispondono diverse percentuali di saturazione dell'emoglobina, che trasporta il 97% di O₂ presente nel sangue.

Common hypoxia effects with different altitudes:

ALTITUDE LEVEL	INSPIRED AIR PO ₂	Hb-SATURATION	EFFECTS
In feet (metre)	In mm of Hg	in %	Stages (if any)
0 (i.e.sea-level)	160	~ 97 %	NIL
Upto 10,000 (3,000)	110	~ 90 %	Usually none, +/- some nocturnal visual reduction (of indifference)
10,000 – 15,000 (3,000 – 4,500)	98	~ 80 %	Mod. Hypoxic symptoms → Drowsiness, headaches, Mental and muscle fatigue
15,000 – 20,000 (4,500 – 6,000)	70	< 70 %	Severe hypoxic symp → aggravated CNS involvement Seizures and muscle twitching
Above 20,000 & onwards	Further falls	below 60 %	Unconsciousness & alarming deterioration → survival impossible without supplemental O ₂ (critical survival altitude)

La % di saturazione di ossigeno normale è del 97%

Diventa patologico sotto il 90%

I sintomi dell'ipossia ipobarica dipendono:

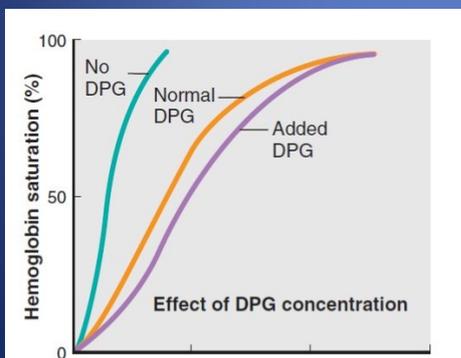
- Dall'altitudine raggiunta
- Dalla rapidità di ascesa
- Dal tempo di permanenza in altitudine, e quindi durata dello stress ipossico
- Dalle caratteristiche razziali e individuali

che condizionano un'adeguata attivazione dei meccanismi di compenso dell'organismo a livello:

1. cardiovascolare,
2. polmonare,
3. renale,
4. periferico.

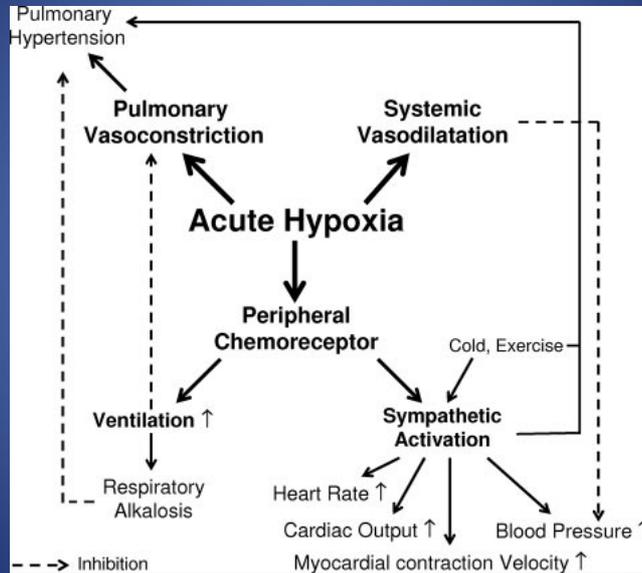
Fino ad un'altitudine di **2500-3000 m**, come abbiamo visto, la saturazione dell'emoglobina è circa 90%.

In queste condizioni non intervengono particolari meccanismi di compenso ad eccezione dello spostamento a destra della curva di dissociazione dell'emoglobina (**effetto Bohr**)

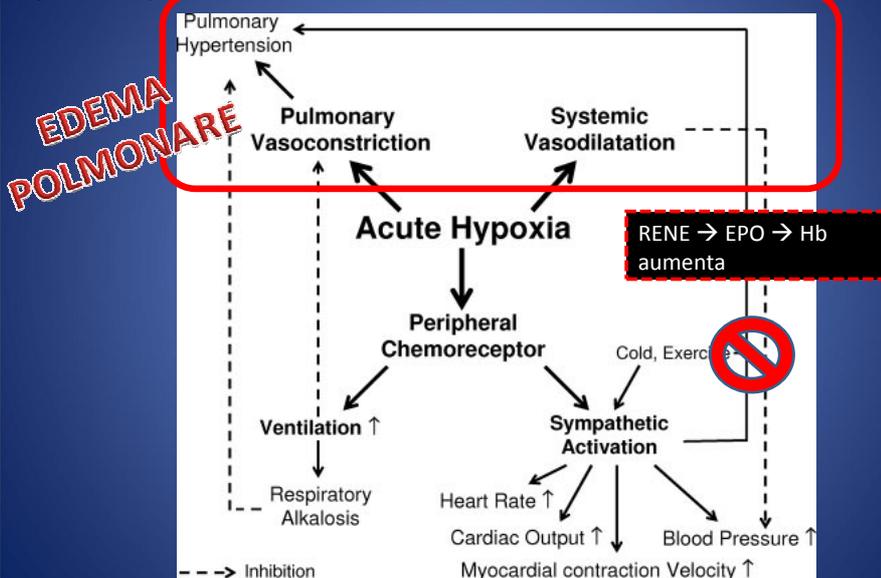


- Aumento Hb deossigenata
- Aumento locale del pH
- Aumento del 2,3 DPG
- Diminuzione affinità di O₂ per Hb
- Aumento del rilascio di O₂ e della sua tensione a livello tissutale

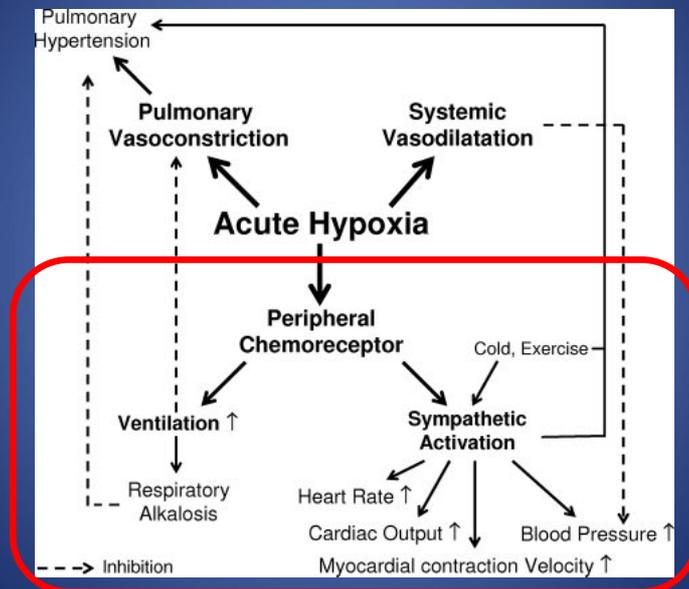
Al di sopra di 2500-3000 m, la risposta all'ipossia è molto più complessa:



Al di sopra di 2500-3000 m, la risposta all'ipossia è molto più complessa:



Al di sopra di 2500-3000 m, la risposta all'ipossia è molto più complessa:



Riassumendo:

Pressione Arteriosa

Nelle prime ore di esposizione all'ipossia → La vasodilatazione ipossica si compensa con la vasocostrizione sistemica simpatica, e dunque la PAO non varia

Nelle settimane successive → la vasodilatazione diretta si riduce e prevale la vasocostrizione simpatica; si assiste ad un aumento della PAO, soprattutto della diastolica.

Frequenza Cardiaca:

La stimolazione simpatica determina un aumento a riposo e per ogni carico sottomassimale, rispetto al livello del mare

Tuttavia la frequenza cardiaca *massima* si riduce rispetto ai valori a livello del mare, per stimolazione vagale.

Tali effetti rimangono per qualche settimana dopo il ritorno a livello del mare.

Stroke Volume:

Si riduce a causa della riduzione del ritorno venoso:

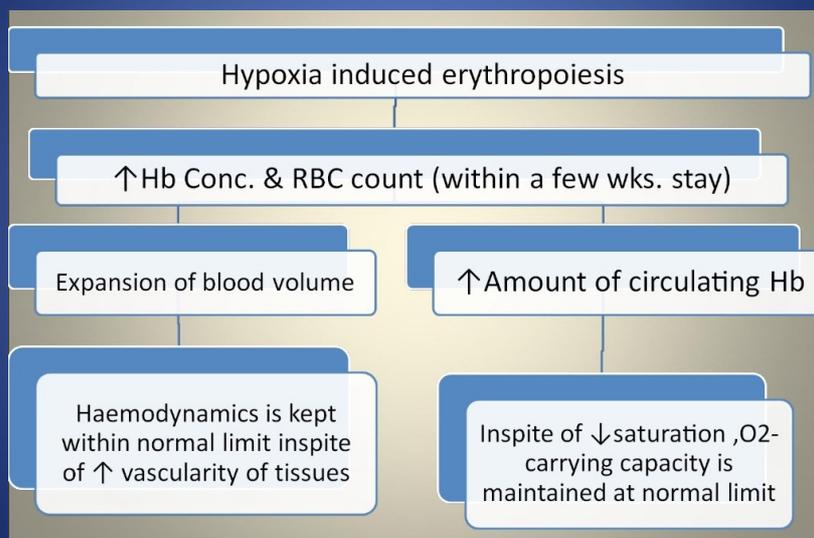
- Aumento dell'ormone natriuretico
- Riduzione aldosterone
- Aumento della diuresi
- Riduzione volume plasmatico
- Riduzione PTD ventricolo sinistro (legge di Starling)

Portata Cardiaca:

Inizialmente aumenta, per aumento della FC;
Successivamente diminuisce a causa della
riduzione dello stroke volume.

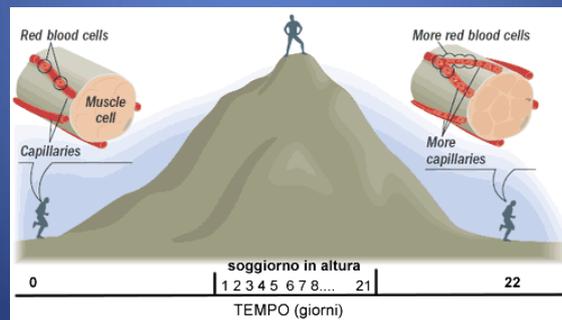
La Portata Cardiaca *massimale* si riduce, per
riduzione della FC massimale.

Kidney in Hypoxia Physiological Polycythemia: *EPO* incretion



Col passare del tempo, 2-3 settimane, tali modificazioni tendono ad attenuarsi per il miglioramento del trasporto e della cessione di O₂ ai tessuti.

Infatti l'iperventilazione e l'aumento dell'emoglobina ad opera dell'eritropoietina e il reclutamento di nuovi vasi a livello muscolare (riserva del 75%) aumentano la disponibilità di O₂ a livello tissutale



L'adattamento all'altitudine mediante queste articolate e complesse risposte del sistema cardiovascolare, polmonare e anche renale e periferico, rappresenta soltanto un'aspetto del rapporto tra uomo e altitudine.

- Va presa in considerazione anche la presenza di eventuali patologie che possono inficiare l'acclimatazione;
- Vanno prese in considerazione le differenze individuali e razziali;
- Va preso in considerazione lo svolgimento di attività fisica strenua a grandi altezze come l'alpinismo;
- Va infine considerato il crescente interesse per le metodologie di allenamento in altura o in condizioni che la simulano.

Ma questi sono altri capitoli!!!

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

