



# SALUTE IN ALTA QUOTA PREVENZIONE, RISCHI E SOCCORSO 3 CREDITI ECM

**2 aprile 2025**  
ore 20.00/23.00

**Adattamenti fisiologici  
all'ambiente montano,  
in particolare all'alta  
quota, e problemi e  
patologie correlate:  
prevenzione e terapia**

**sede PALAMONTI  
via Pizzo Presolana, 15  
Bergamo**

20.00

**Saluti e introduzione**

dott. Guido Marinoni  
Presidente Omceo Bergamo

20.15

**Adattamenti fisiologici  
all'ambiente montano**

dott.ssa Lorenza Pratali

21.20

**Patologie correlate all'alta  
quota, diagnosi,  
prevenzione e terapia**

dott.ssa Lorenza Pratali

22.30

**Domande, test, conclusioni**

dott.ssa Lorenza Pratali



Responsabile scientifico:  
dott.ssa Eugenia Belotti

Lorenza Pratali  
Istituto Fisiologia Clinica  
CNR, Pisa  
Società Italiana di  
Medicina di Montagna

**Nessun conflitto di interesse**



# Indice

Introduzione

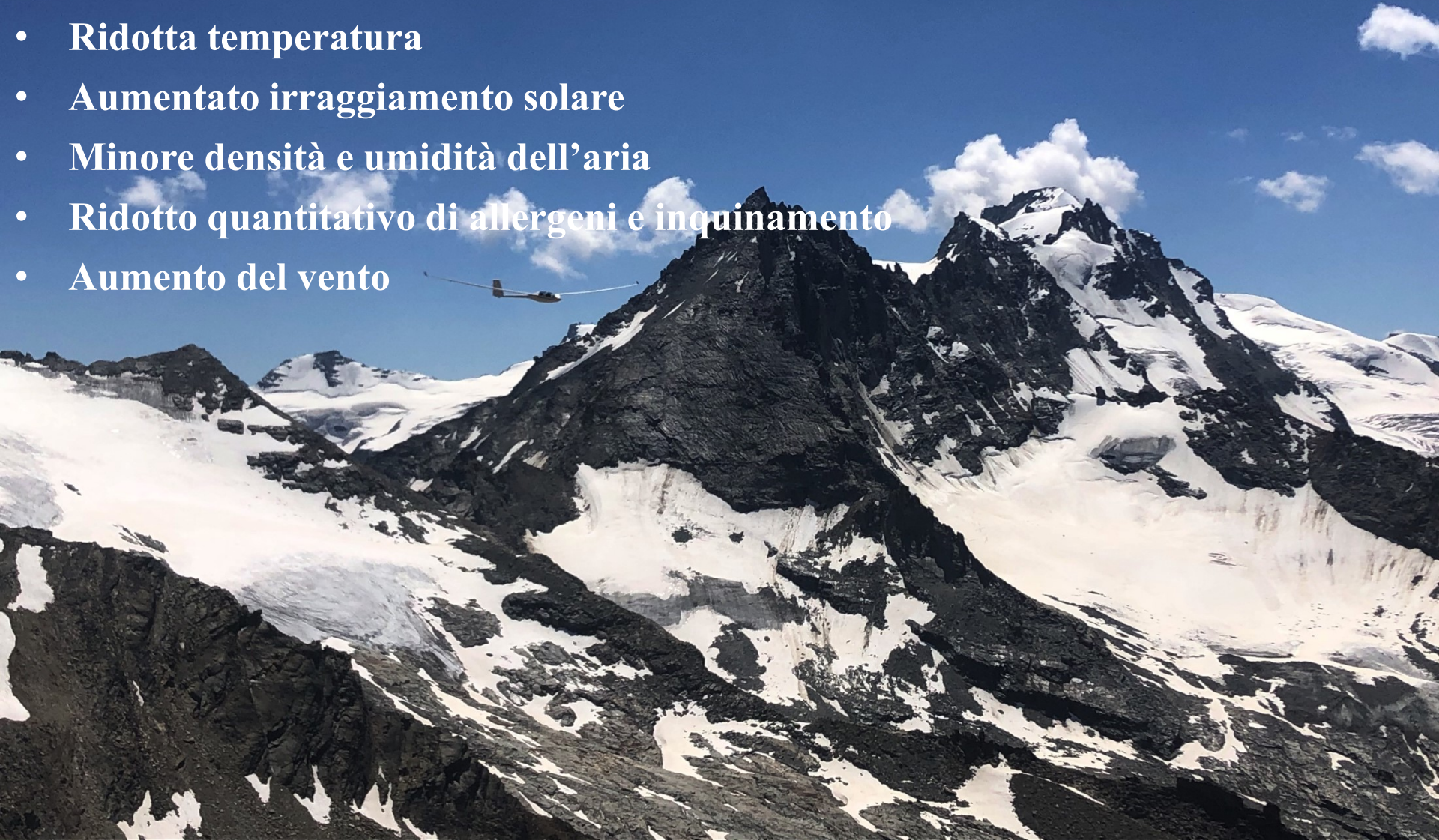
Risposte Fisiologiche alla quota

Malattie acute di alta quota:

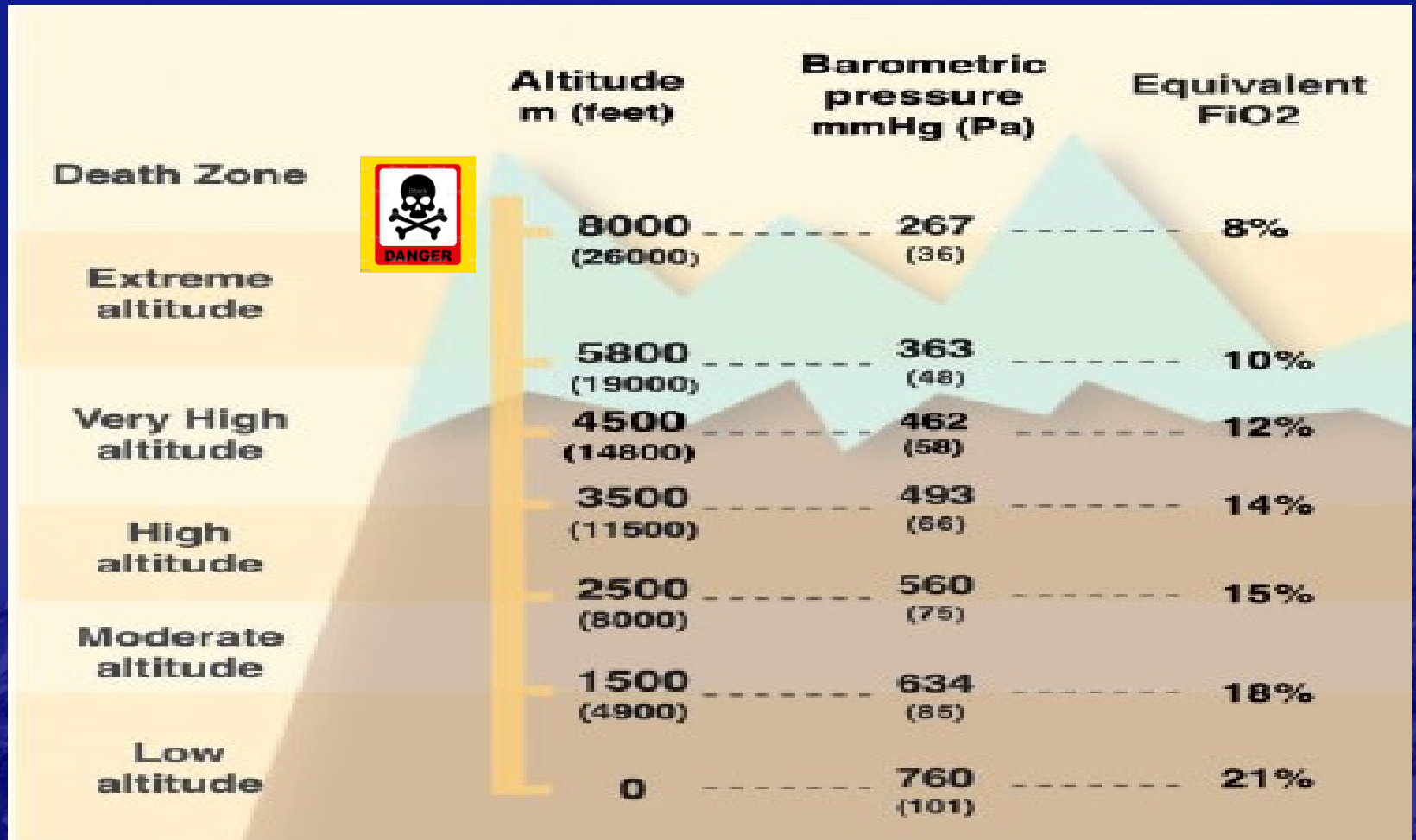
- Malattia acuta di alta quota
- Edema Cerebrale di alta quota
- Edema Polmonare di alta quota

# Caratteristiche fisiche dell'ambiente montano

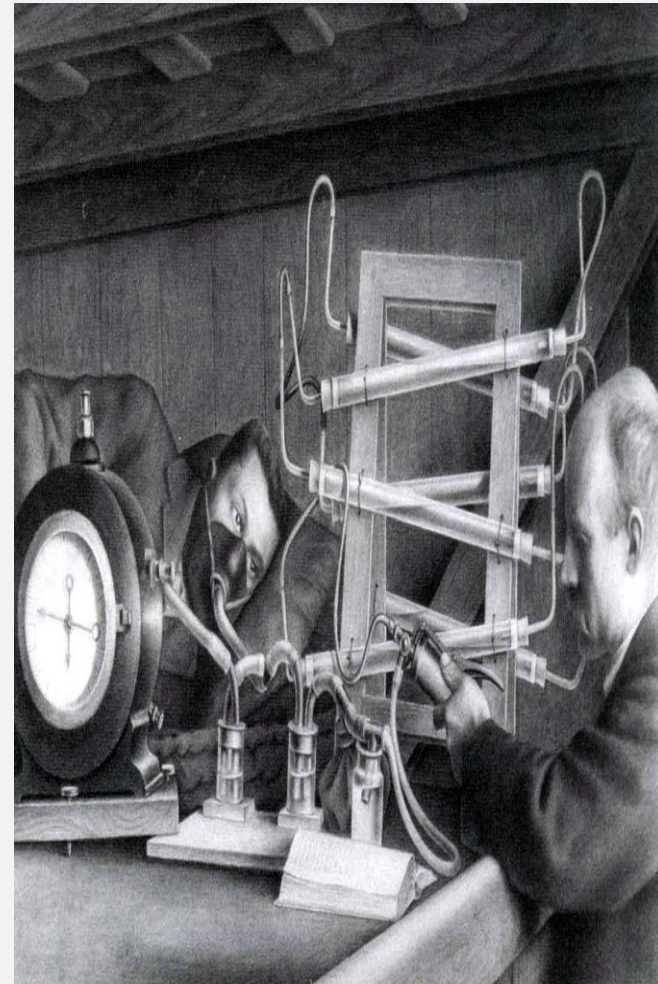
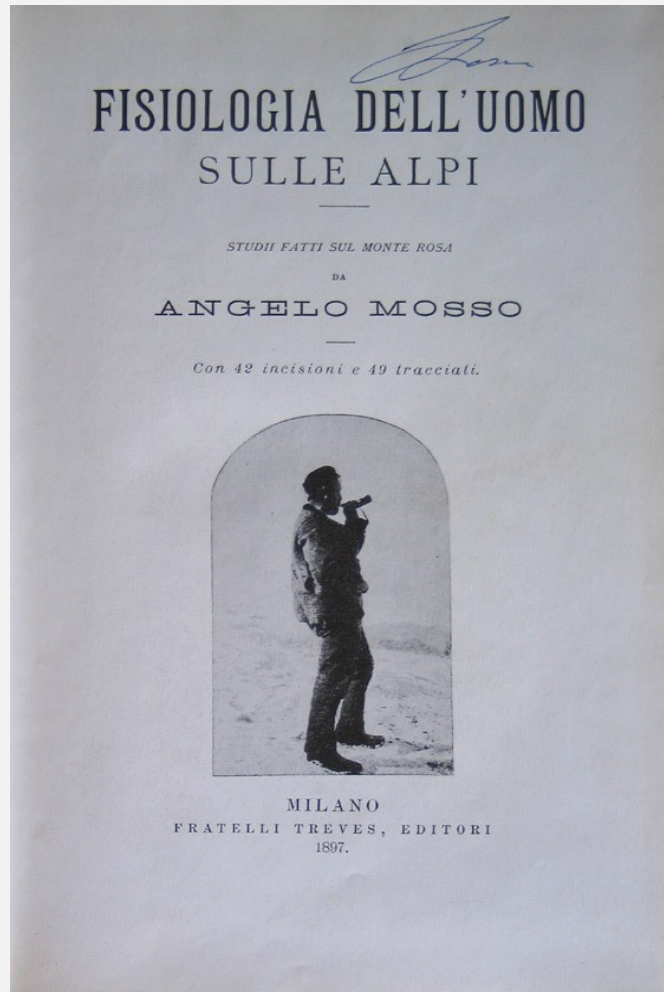
- Ridotta pressione parziale d'ossigeno nell'aria atmosferica
- Ridotta pressione barometrica
- Ridotta temperatura
- Aumentato irraggiamento solare
- Minore densità e umidità dell'aria
- Ridotto quantitativo di allergeni e inquinamento
- Aumento del vento



# Come si definisce la quota



# FISIOLOGIA DELL' ALTA QUOTA



# Prof Angelo Mosso alla Capanna Margherita 4560 m



# PERCHÈ FARE RICERCA IN AMBIENTI ESTREMI



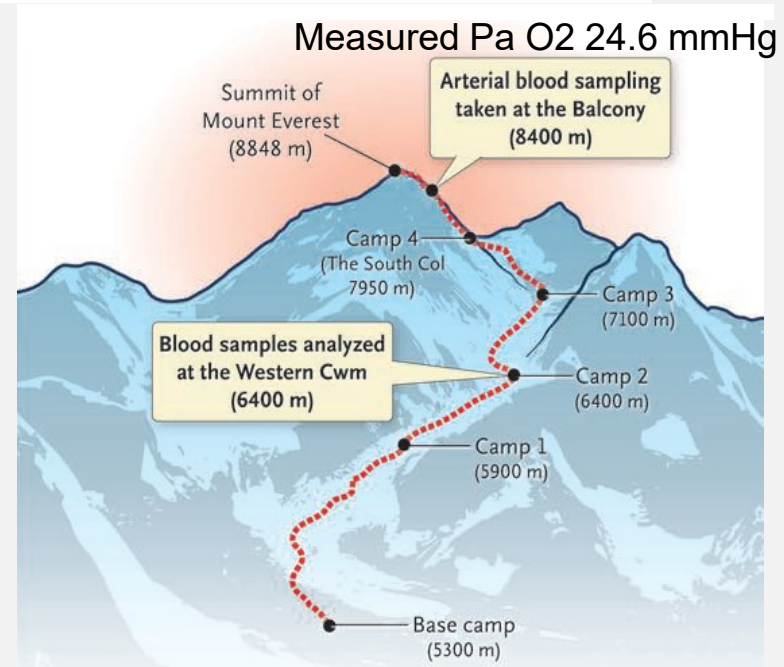
*Institute of Clinical Physiology, CNR, Pisa*

# “FROM MOUNTAINSIDE TO BEDSIDE”



1981

West J.B. et al J Appl Physiol 1983



2008

Grocott M.P.W. et al N. Engl J Med 2009

I valori di differenza di ossigeno alveolo-arteriosa che sono stati misurati sono simili ai pazienti che si trovano in condizioni di ipossia estrema come nell'edema polmonare o nelle patologie polmonari

# ORGANIZZAZIONE PER STUDI SUL CAMPO

Corso di Perfezionamento in medicina di Montagna  
Laboratorio Piramide Ev K2 CNR Nepal 2008



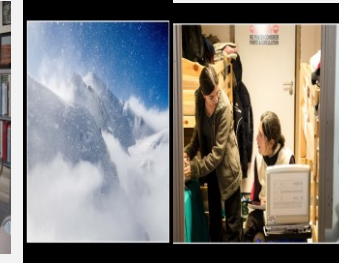
Kumbu Valley Nepal 2011-2013  
ISAC/CNR EvK2CNR Uni Ferrara



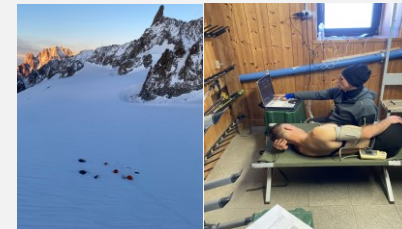
La Paz Bolivia 2009-2014  
Univ San Andres, Univ Berna,  
Univ Wales



Monte Bianco 2012-2013  
Ospedale Aosta, Università Bicocca  
INFREMONT Chamonix



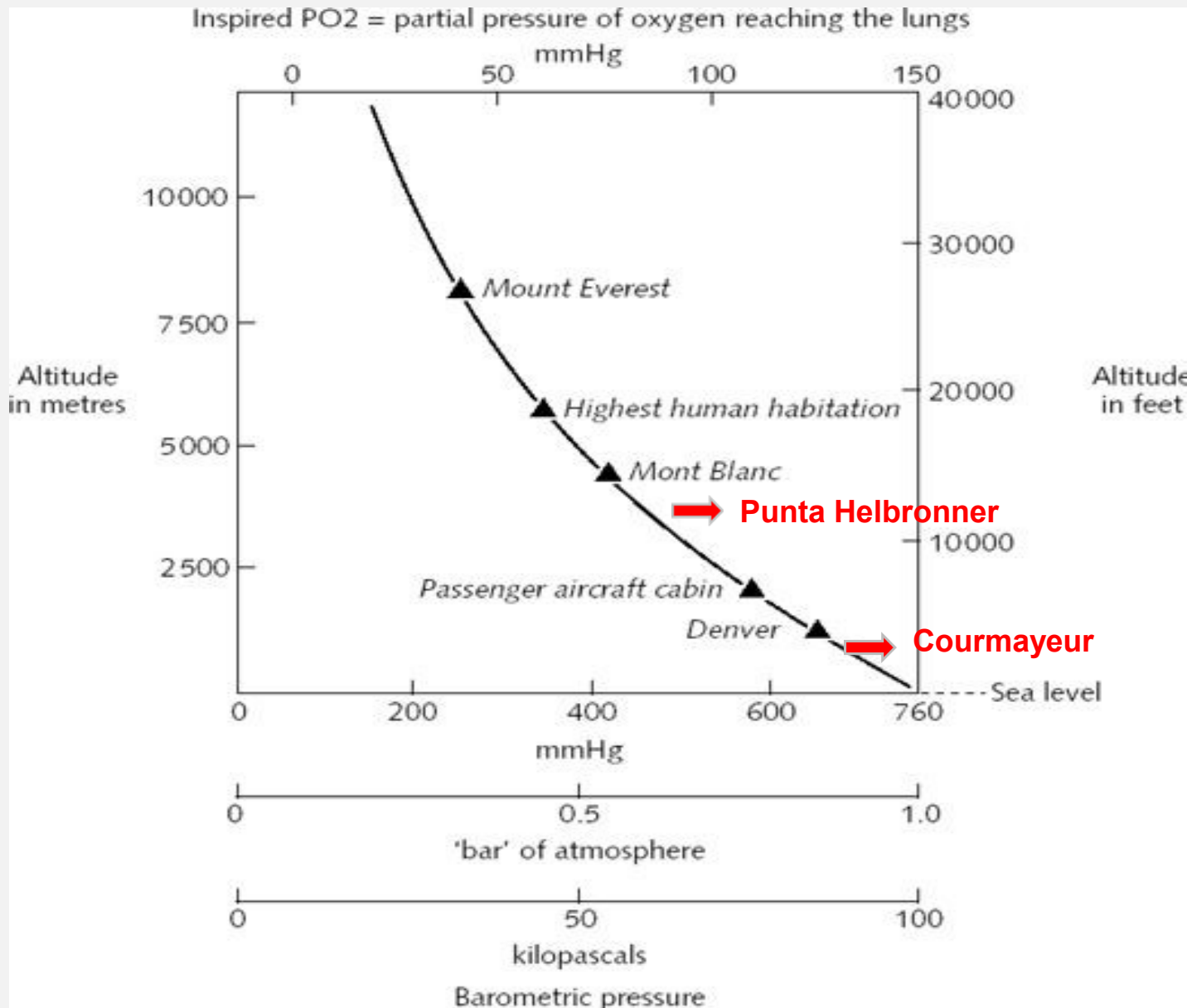
Campo Alta Quota 2023-2024  
Scuola Militare Alpina  
Uni Fe, Uni Piemonte, Uni VDA, Uni Mi



Spedizione K2 2024  
CAI, EVK2 CNR, Eurac, UniMi, Cerisim TN



# Pressione Barometrica e Pressione Inspiratoria dell'Ossigeno



## RISPOSTE DELL' ORGANISMO ALL' IPOSSIA ACUTA

- ↑ **Ventilazione polmonare**
- ↑ **Frequenza e portata cardiaca**
- ↑ **Catecolamine e del cortisolo**



## RISPOSTE DI ACCLIMATAZIONE DELL'ORGANISMO ALL'ALTA QUOTA

- ↑ **Ventilazione polmonare**
- ↔ **Portata cardiaca**
- ↑ **Catecolamine e cortisolo**
- ↑ **Globuli Rossi, Emoglobina**

8848 metri

*Altissima quota*

**Vita permanente impossibile**

5500 metri

*Alta quota*

**a riposo**

**sotto sforzo**

*Media quota*

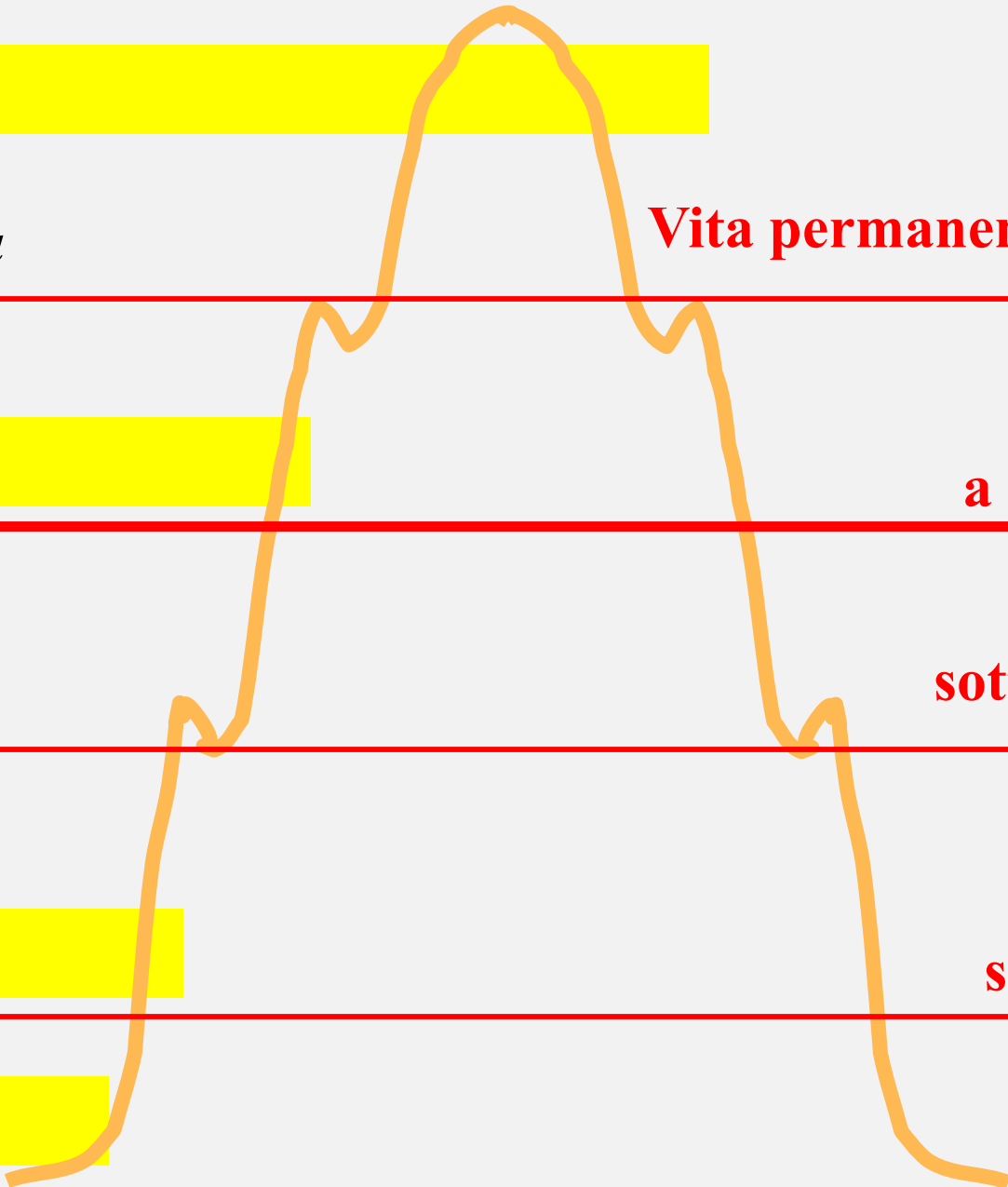
2000 metri

**solo sulla VO<sub>2</sub>**

1000 metri

*Bassa quota*

**Nessun  
effetto**



Altipiani dell'Himalaya (3.500 - 5.500 m. slm)



.....sulle Ande (3.500 - 4.500 m. slm).....



sugli altipiani dell'Etiopia (3.500 - 4.000 m. slm)

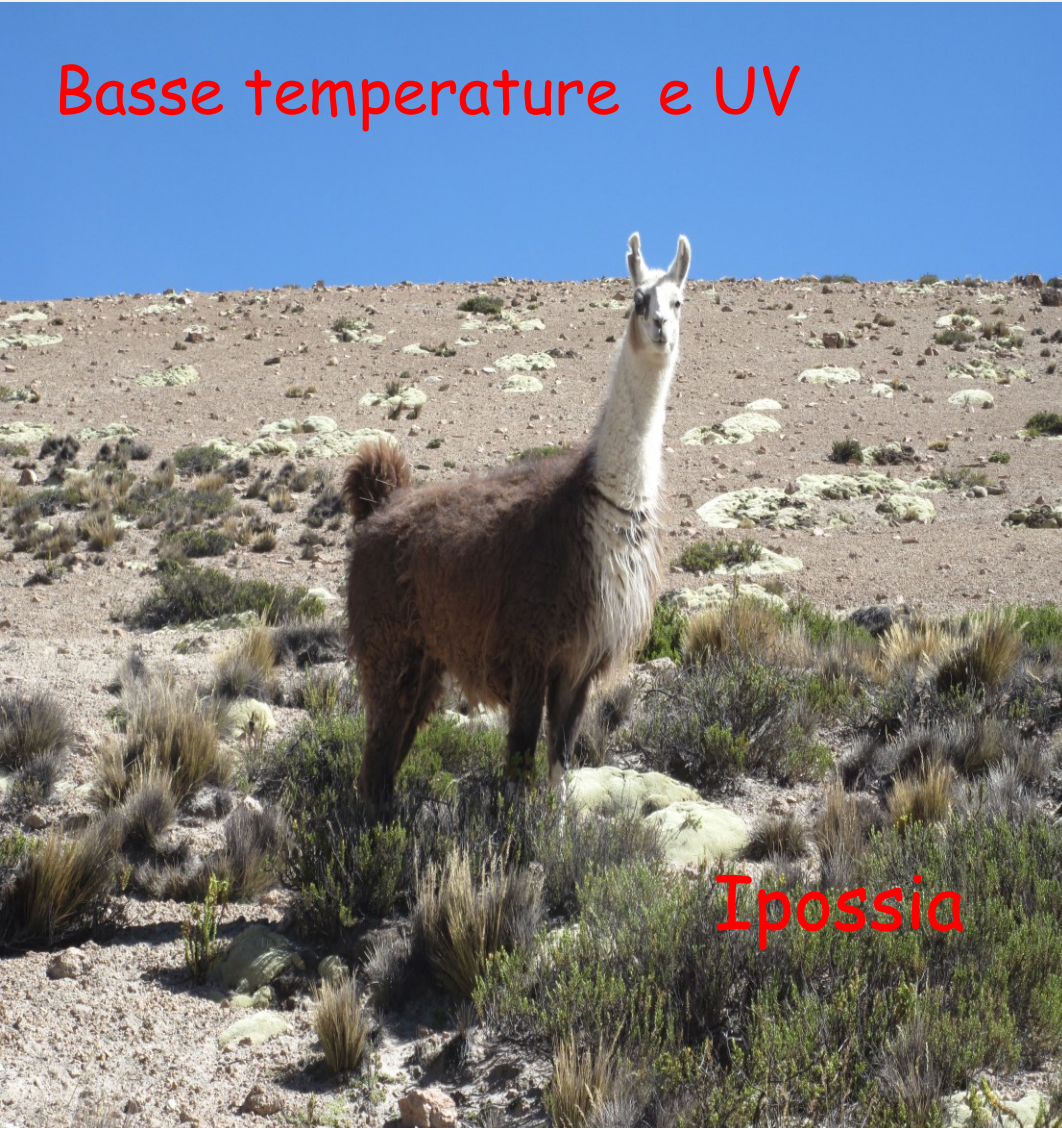




# Come abbiamo affrontato l'ostilità dell'alta quota

Basse temperature e UV

adattamento tecnologico



Ipossia

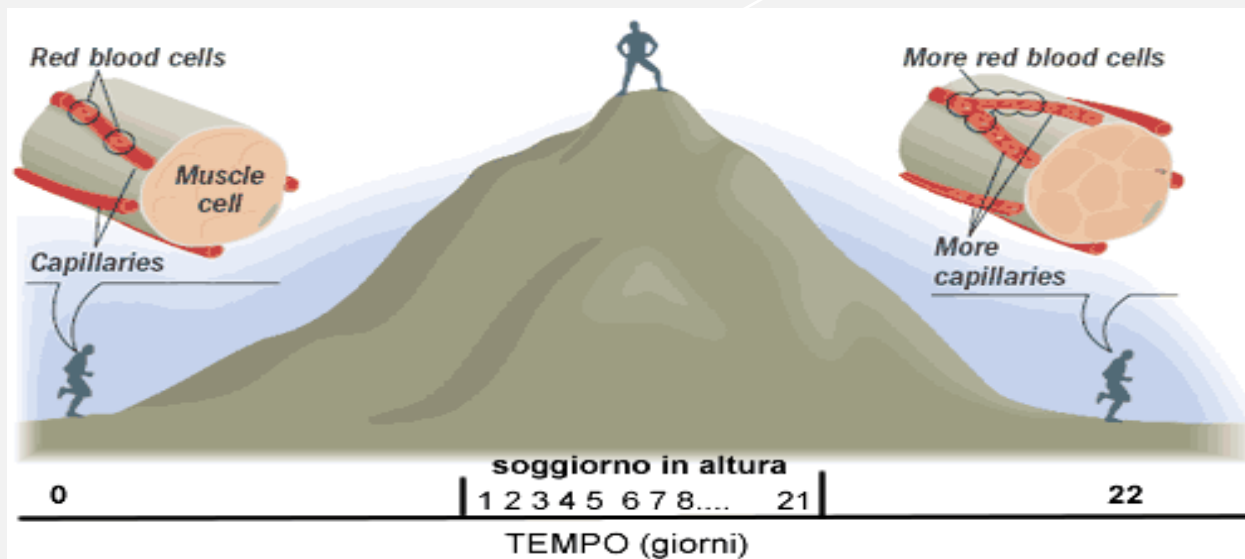
adattamento genetico



# Principali modificazioni fisiologiche

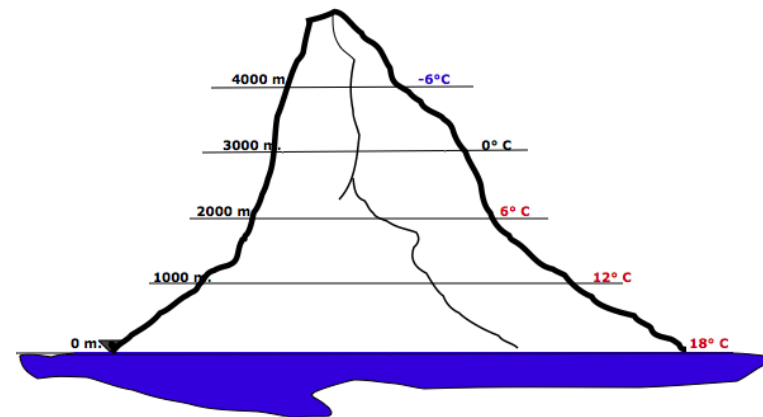
Esposizione **acuta**: la ventilazione ↑  
la frequenza cardiaca ↑

Esposizione **cronica**: emoglobina ↑  
frequenza cardiaca ↓

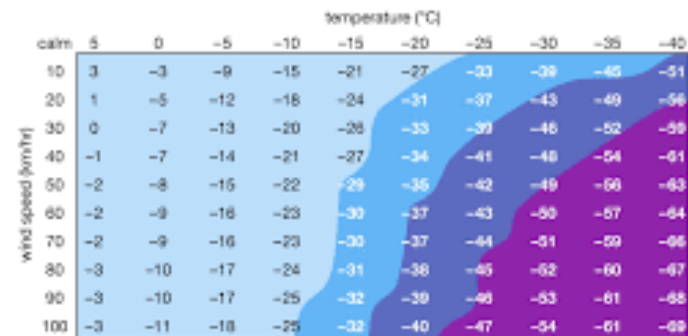




# GRADIENTE TERMICO VERTICAL & IL WIND CHILL



Wind chill chart (Celsius)



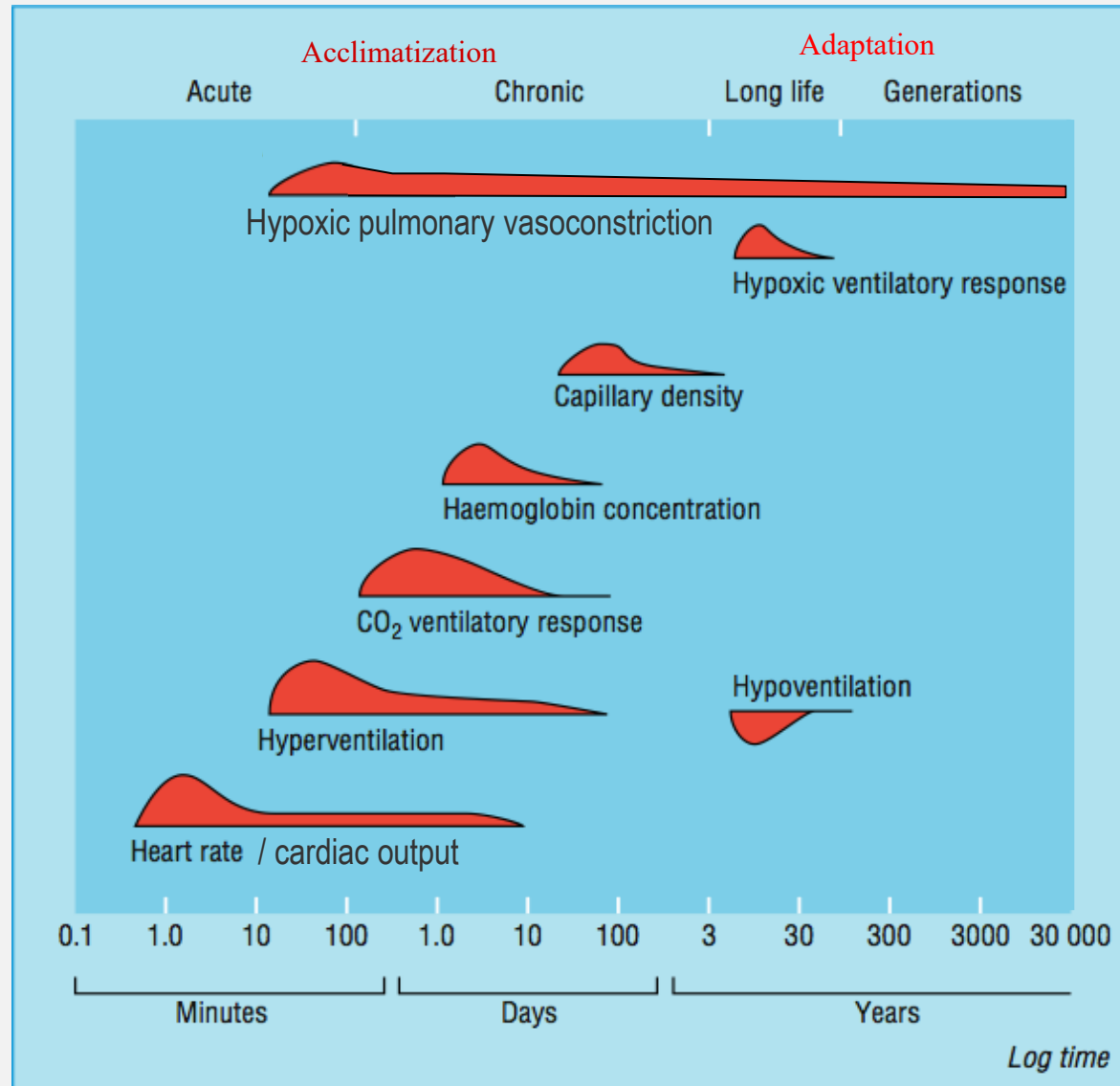
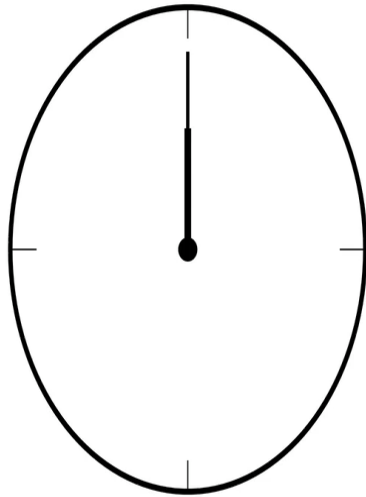
$$\text{wind chill (}^\circ\text{C)} = 13.12 + 0.62157T - 11.37(V^{0.16}) + 0.39657(V^{0.16})^2$$

where T = air temperature (°C) and V = wind speed (km/hr)

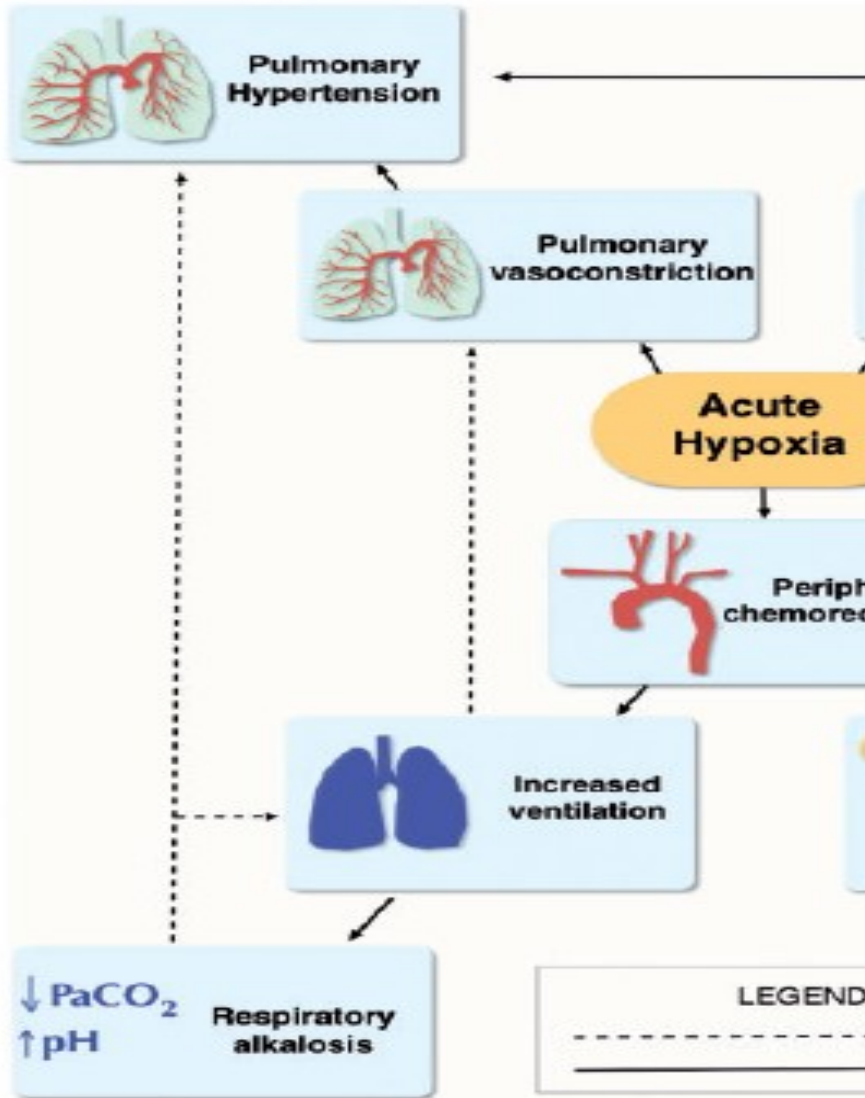
Frostbite times: ■ 30 minutes ■ 10 minutes ■ 5 minutes

Sources: U.S. National Weather Service and Meteorological Services of Canada.

# Timing delle risposte fisiologiche

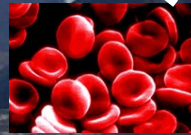
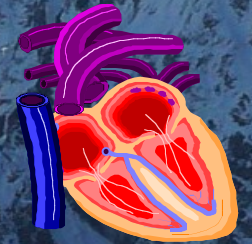
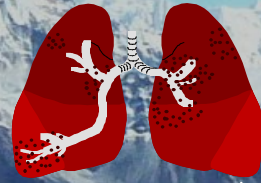


# APPARATO RESPIRATORIO



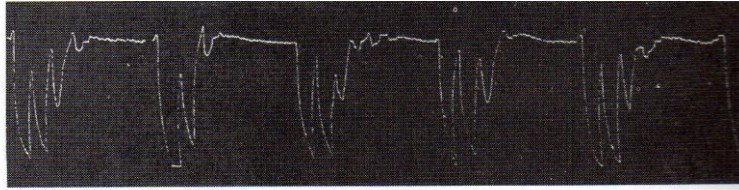
Polmone

# Trasporto Ossigeno

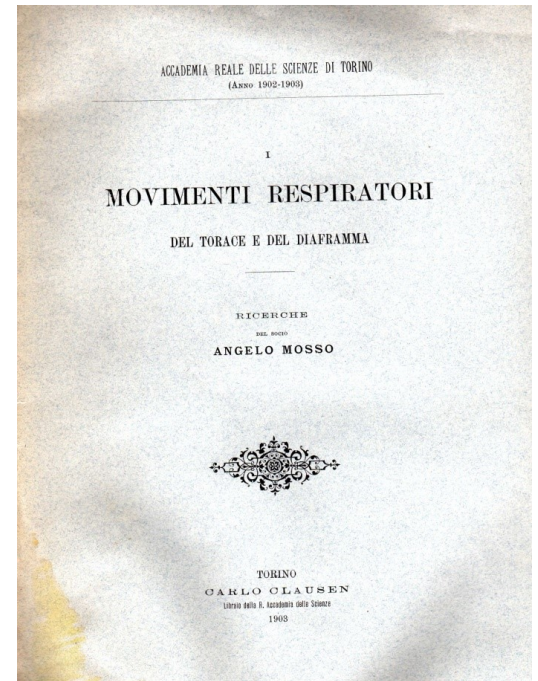


*“I am nothing more than a single, narrow, gasping lung, floating in the mists and summits”*

(R. Messner)



**Figure 3.10.** Example of periodic breathing recorded on Angelo Ugolino at the Capanna Margherita. The apneic periods lasted 10 s. Mosso also recorded periodic breathing on his dog, Nerino. [From



Il tracciato 33 rappresenta una esperienza fatta sopra Giorgio Mondo, mentre sta in posizione di 45° ed ha il pneumografo doppio intorno al torace ed un altro intorno

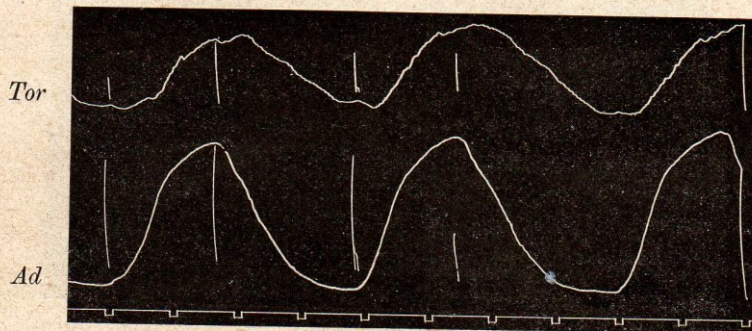
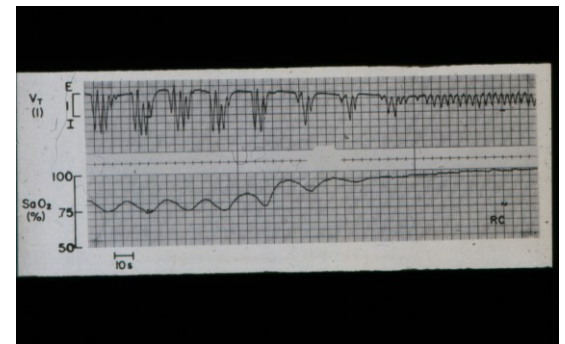


Fig. 33.

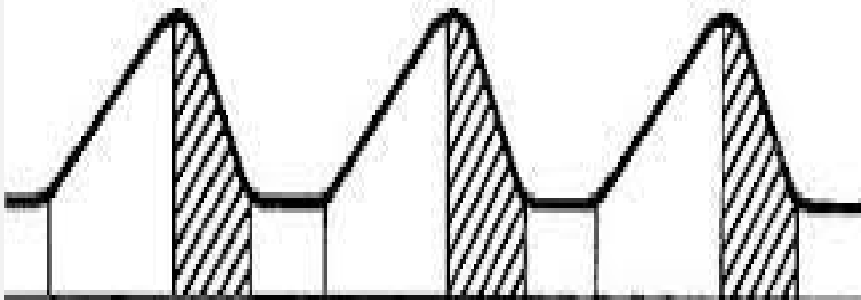
all'addome. Gli avevo messo sulla faccia le maschere di



# Pattern Respiratorio

Normale

Dinamica respiratoria normale

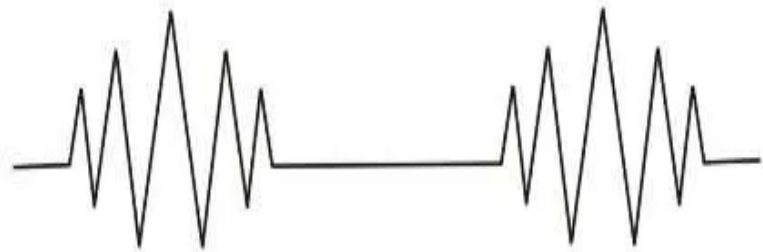


A B C

A: inspirazione  
B: espirazione  
C: pausa

Normale in alta quota

Ampiezza  
respiratoria

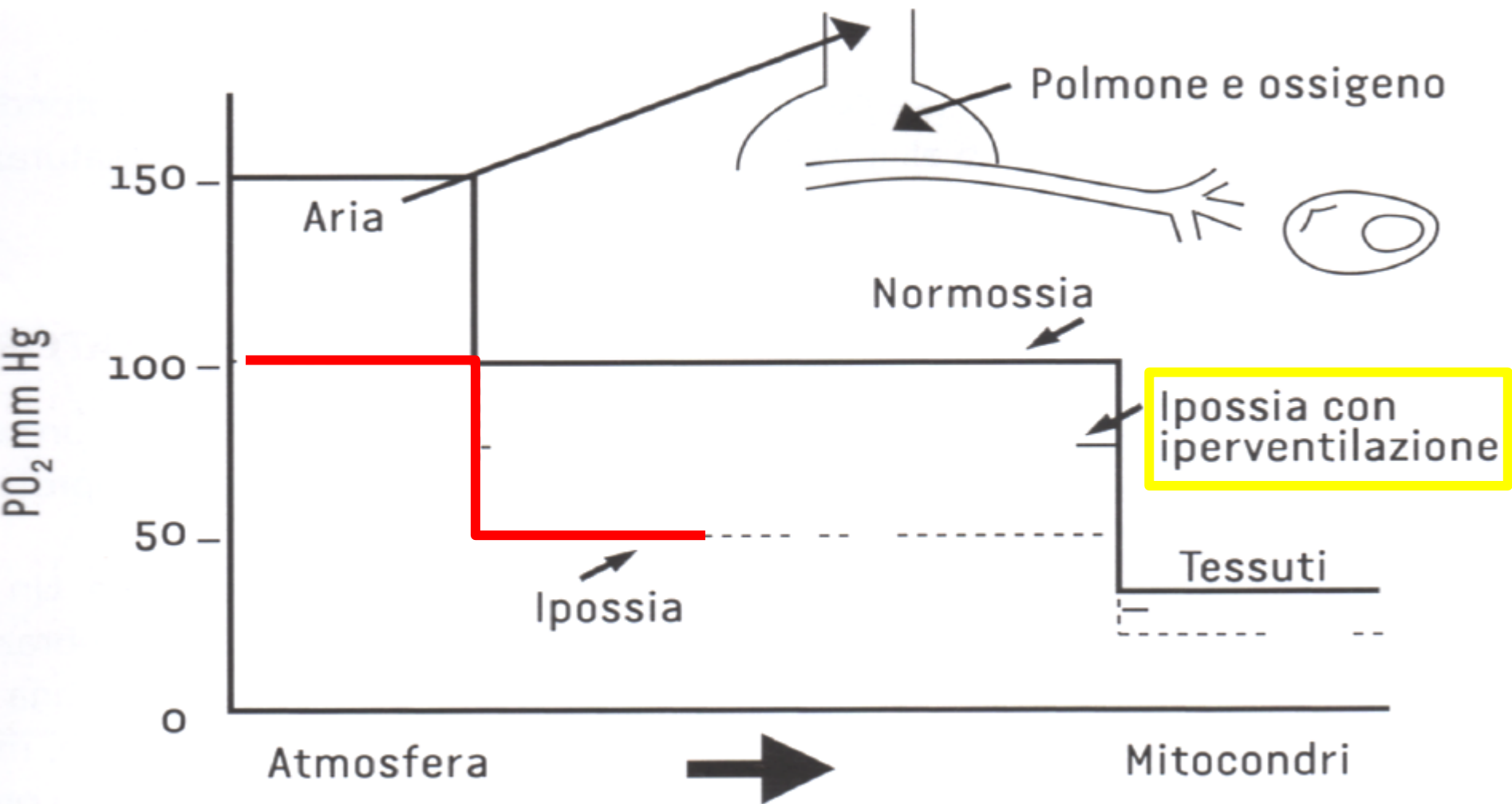


iperpnea

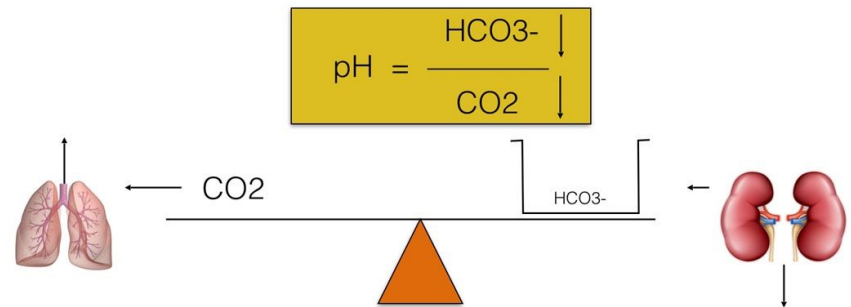
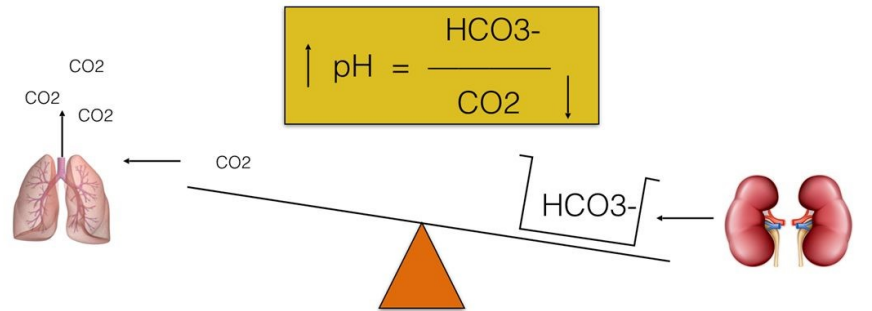
apnea

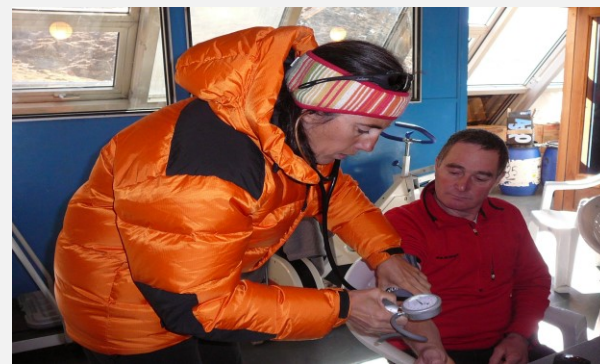
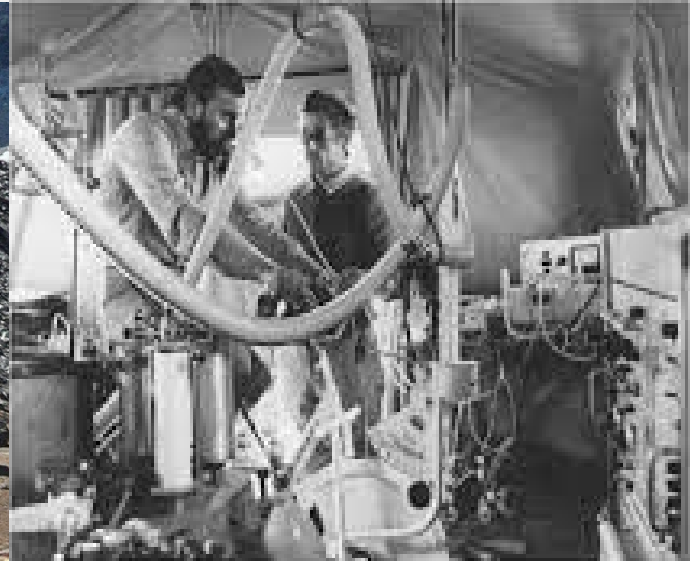
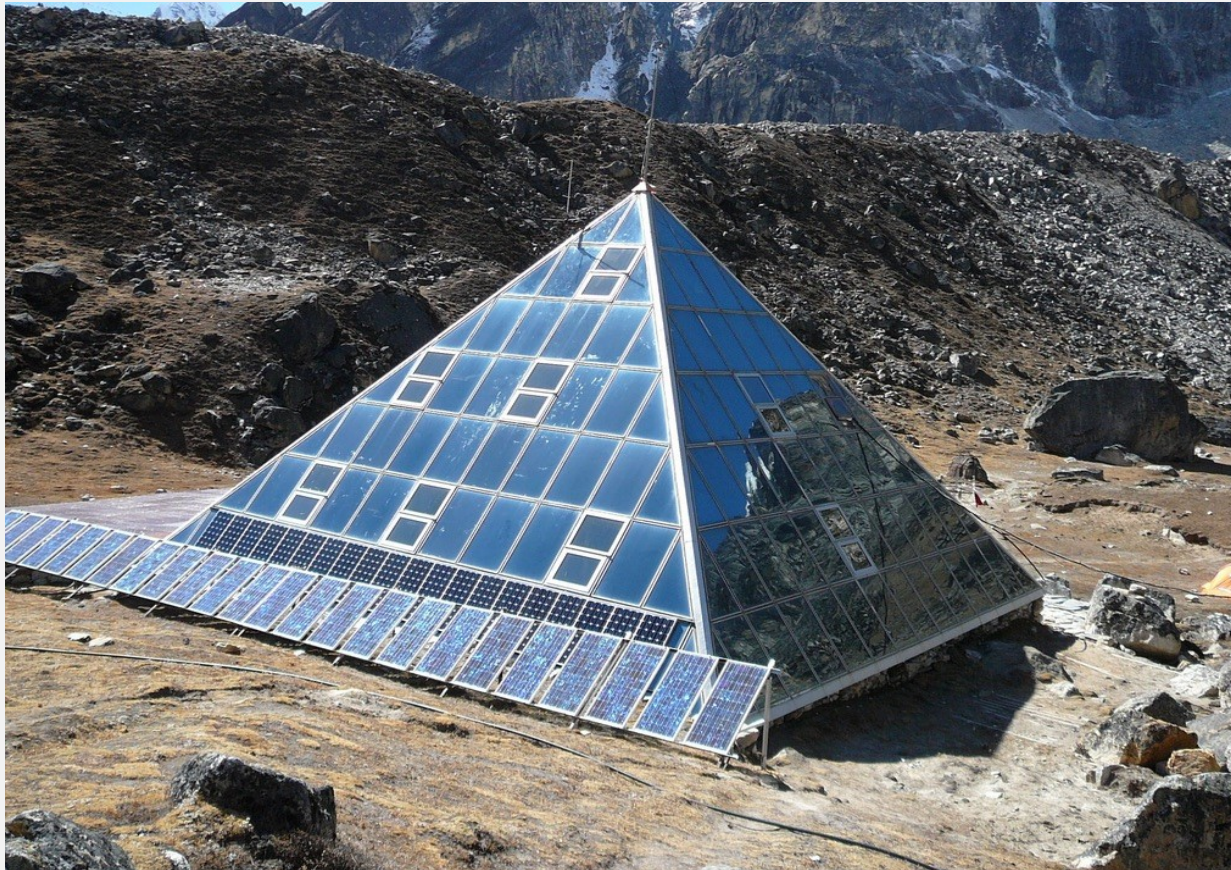
Tempo

# IPERVENTILAZIONE



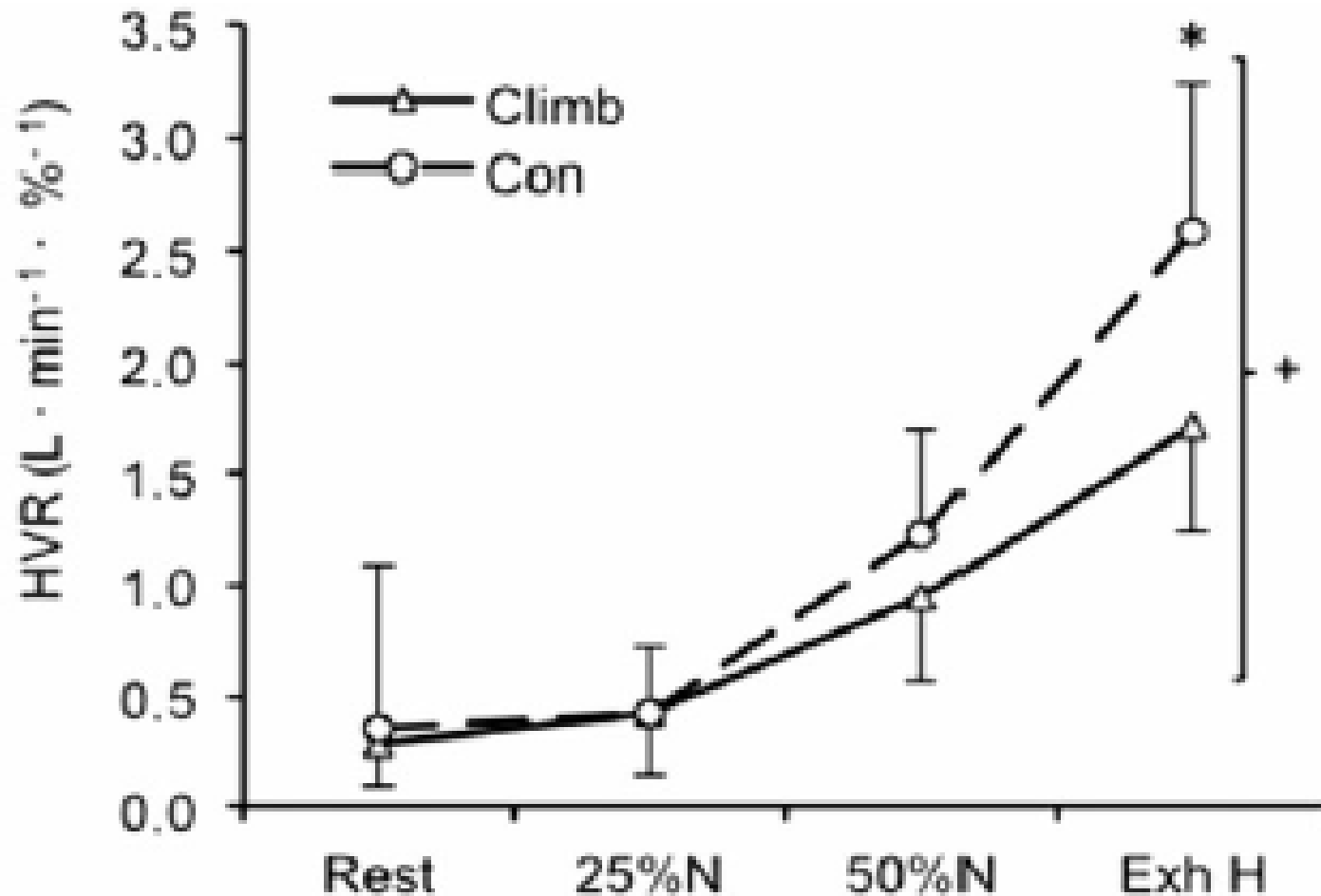
# IPERVENTILAZIONE & ALCALOSI





## Physiological characteristics of elite high-altitude climbers

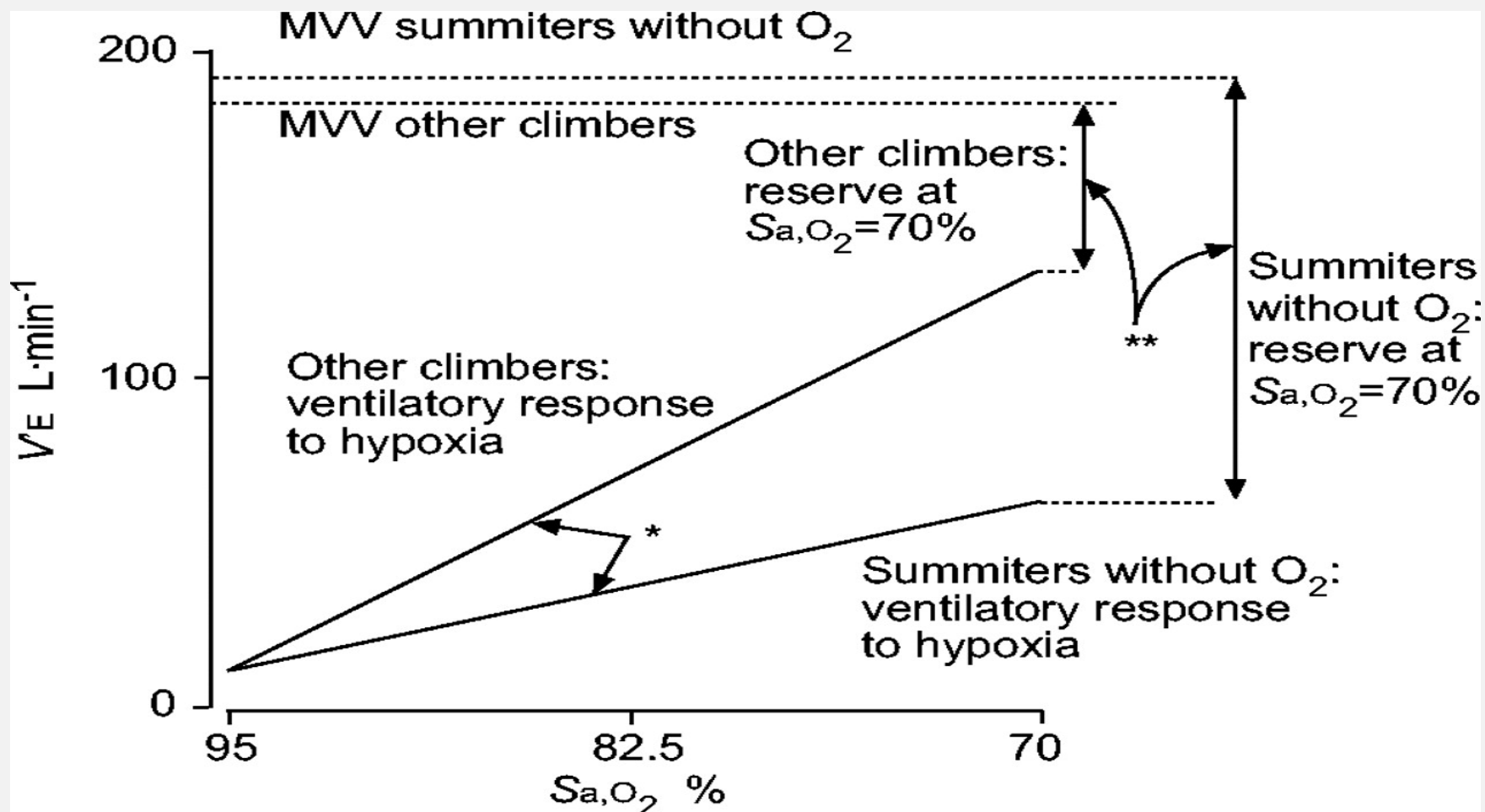
L. Puthon<sup>1,2,3</sup>, P. Bouzat<sup>3,4</sup>, T. Rupp<sup>5</sup>, P. Robach<sup>1,2,6</sup>, A. Favre-Juvin<sup>1,2</sup>, S. Verges<sup>1,2</sup>





# Hypoxic ventilatory response in successful extreme altitude climbers

L. Bernardi\*, A. Schneider#, L. Pomidori<sup>¶</sup>, E. Paolucci<sup>¶</sup> and A. Cogo<sup>¶</sup>

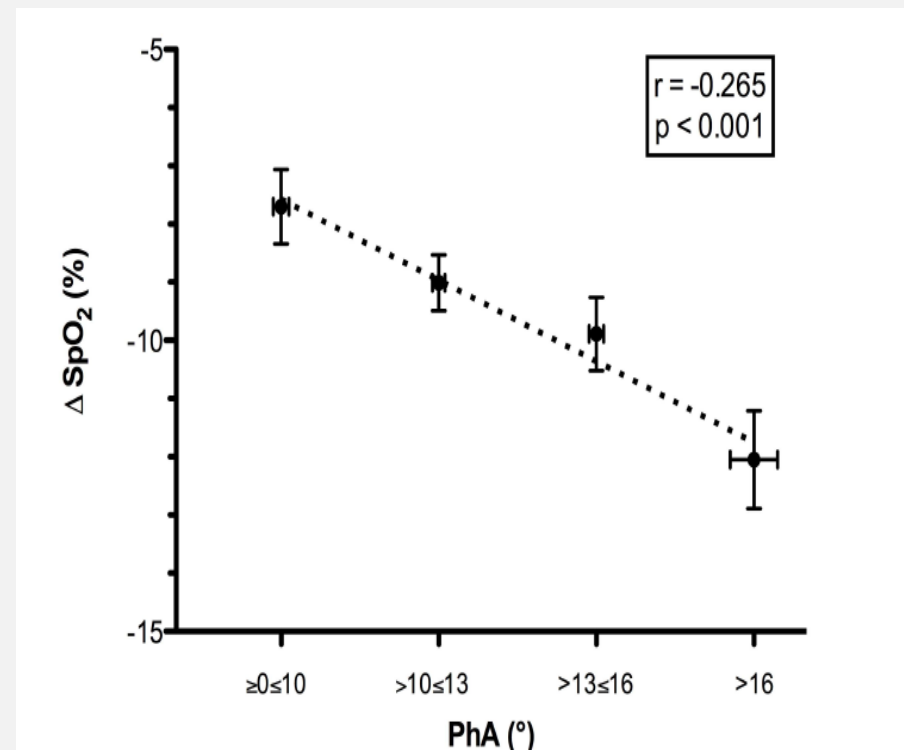
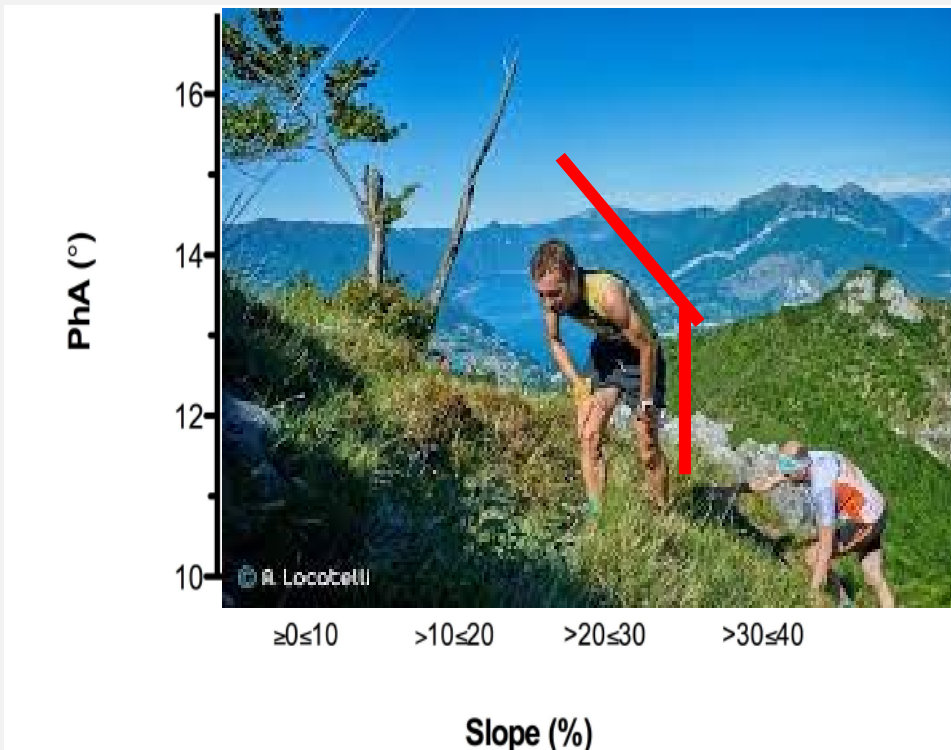




RESEARCH ARTICLE

# Thoraco-abdominal coordination and performance during uphill running at altitude

Eva Bernardi<sup>1\*</sup>, Lorenza Pratali<sup>2</sup>, Gaia Mandolesi<sup>1</sup>, Maria Spiridonova<sup>1</sup>, Giulio Sergio Roi<sup>3</sup>, Annalisa Cogo<sup>1</sup>



# Possiamo allenare il respiro?

L'iperventilazione è una risposta fondamentale per  
l'adattamento all'ipossia

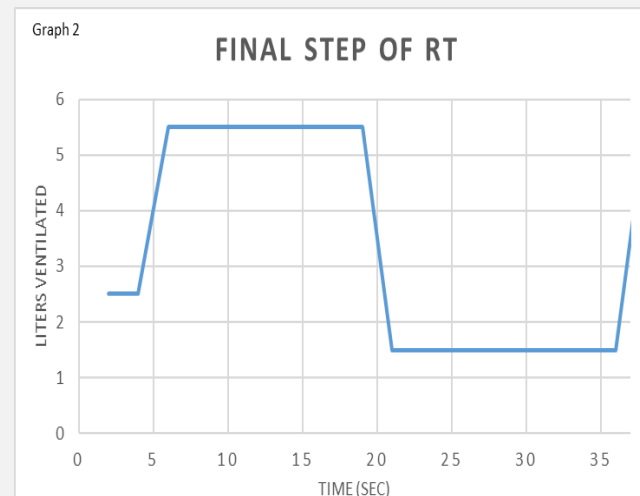
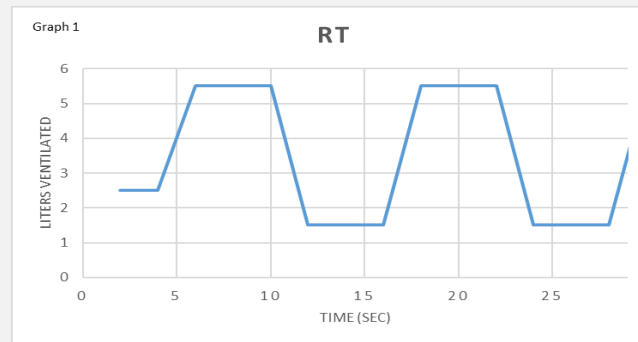
MA

Per una Ventilazione efficiente sono importanti  
Il pattern Respiratorio  
E  
la Coordinazione toraco-addominale

# POSSIAMO ALLENARE IL RESPIRO?

Ascensione Capanna Margherita (4560 m) in tre giorni in autonomia senza acclimattamento precedente

18 soggetti divisi in 2 gruppi



## Gruppo Training

- 8 settimane di training respiratorio
- 30' min al giorno
- 7 giorni a settimana

# POSSIAMO ALLENARE IL RESPIRO?

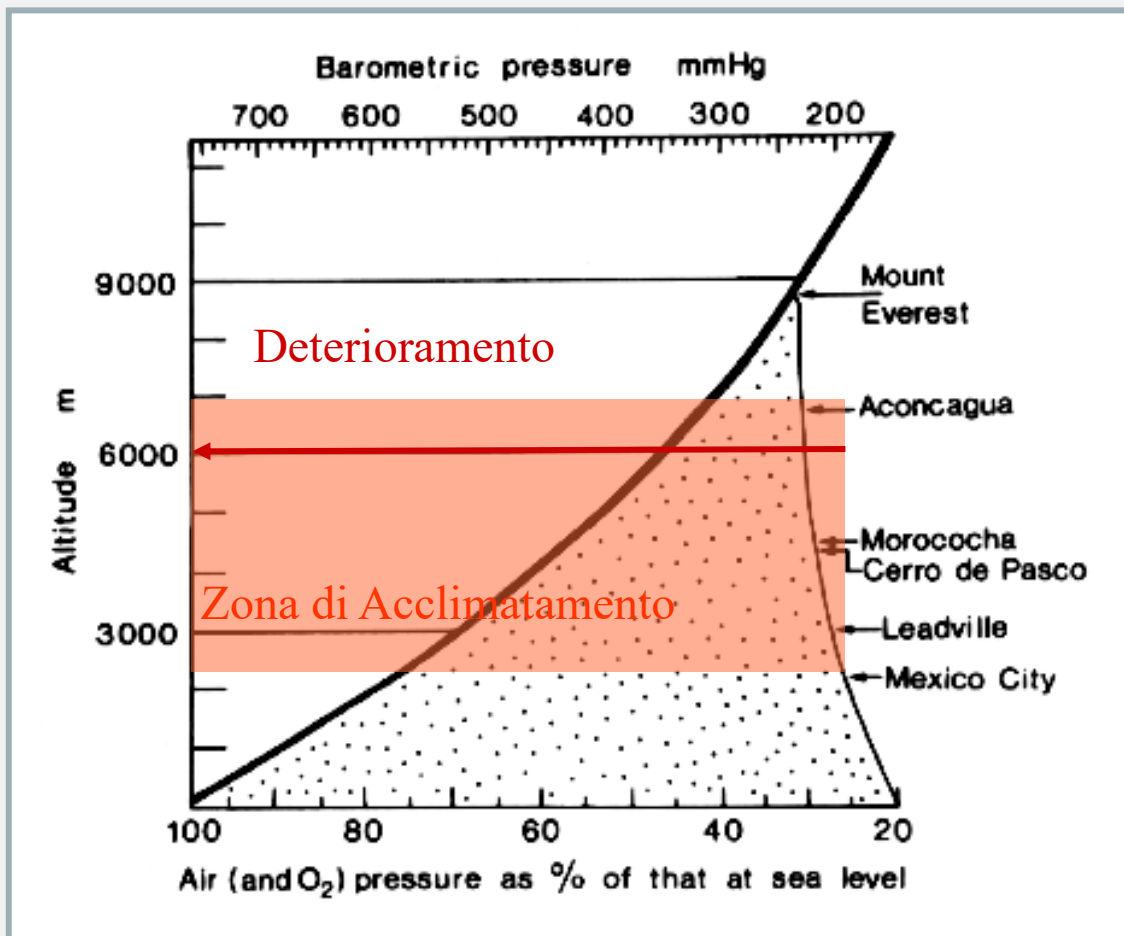
Ascensione Capanna Margherita (4560 m) in tre giorni in autonomia senza acclimatamento precedente  
18 soggetti divisi in 2 gruppi



## Gruppo Training

- Saturazione ossigeno ↑
- Sintomi di Male acuto di Alta quota ↓
- Edema Interstiziale Polmonare ↓
- Pattern respiratorio ↑

# ZONA DI ACCLIMATAMENTO



## ACCLIMATAMENTO

(Misure non farmacologiche  
per la prevenzione  
delle malattie acute di alta quota)

### Pre-esposizione:

- Dormire a 2,750 m per  $\geq 2$  notti almeno 30 giorni prima del trekking
- Passare 6 - 7 giorni ad un'altitudine moderata (~2200 - 3000 m) prima di andare in alta quota diminuisce il rischio di AMS, migliora ventilazione e ossigenazione.

### Tenda Ipossica



## legge penale antidoping 376/2000

CICLISMO

### La tenda ipobarica che dà gli effetti dell'epo. «Così dormo a 4.700 metri». Ma per l'Italia è vietata: è doping

Il belga Campenaerts detentore del record dell'ora rivela di dormire «a 4.700 metri» per ricaricare i globuli rossi: «Come prendere l'Epo». La sua squadra allenata da Riis, Nibali penalizzato

di MARCO BONARRIGO

di Marco Bonarrigo



## GU 217/27 Nov 2023

GAZZETTA UFFICIALE

HOME

• LA GAZZETTA UFFICIALE • GUIDA ALL'USO • F.A.Q. • INSERZIONI • ABBONAMENTI • VENDITA

venerdì 28 febbraio 2025

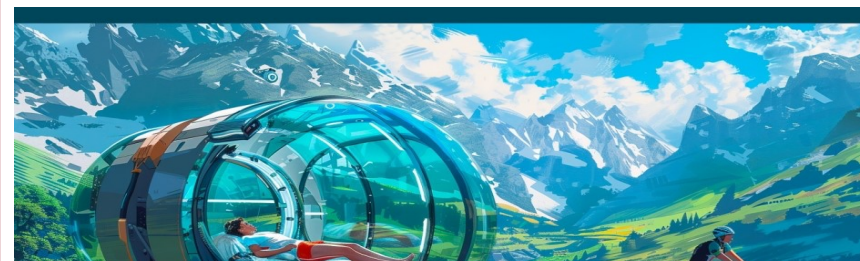
Notizie

27 novembre 2023

### DOPING - REVISIONE LISTA SOSTANZE E PRATICHE MEDICHE

In G.U. n. 277 del 27 novembre 2023, S.O. n. 38, è pubblicato il Decreto 3 ottobre 2023 del Ministero della salute: Revisione della lista dei farmaci, delle sostanze biologicamente e farmacologicamente attive e delle pratiche mediche, il cui impiego è considerato doping.

## Sotto sorveglianza medica



RICERCHE

### Tenda ipobarica come allenamento in altura? Non proprio. Ecco perché

Gazzetta  
ACTIVE

Gazzetta  
Active:

Dall'anno scorso anche gli atleti italiani possono usare le tende ipobariche o ipobariche, fino alla stagione 2023 ritenute al pari di una pratica dopante

# REGOLA D'ORO: ANDARE PIANO

## Abstract

J.-P. Richalet, J. Bittel, J.-P. Herry, G. ... J.-L. Le Trong, J.-F. Auvert and C. Janin. Use of a Hypobaric Chamber for Pre-Acclimatization before Climbing Mount Everest. Int J Sports Med, Vol 13, Suppl 1, 1992.

Climbing Mount Everest needs an acclimatization period of 12 to 32 days at the base camp.

and reached 7800 m five days only after leaving the base camp. The pre-acclimatization period showed a 12% increase in hemoglobin concentration, and no change in ventilatory response to hypoxia. Arterial oxygen saturation at submaximal exercise in hypoxia ( $FIO_2 = 0.115$ ) increased from  $75 \pm 4$  to  $82 \pm 3\%$ , probably because of an efficient ventilatory acclimatization. On Mount Everest, the speed of ascent was very high (5600 m of altitude gain in 6 days), knowing that in conventional expeditions 12 to 32 days are

## Pre-acclimatization in Hypobaric Chamber

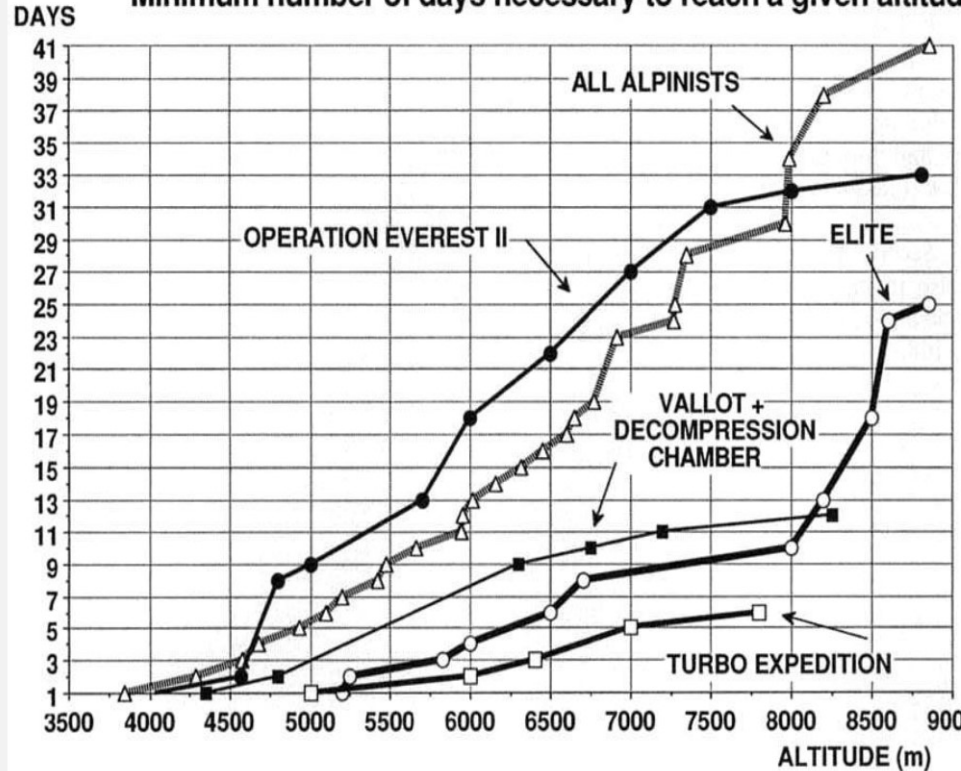
### Methods

Subjects were five elite climbers (4 male and 1 female, aged  $30 \pm 4$  yrs) who all but one had a previous experience of 8000 m peaks. Subjects were well trained alpinists, climbing regularly in the Alps. Maximal oxygen consumption ( $\dot{V}O_{2max}$ ) was measured just before the experience by means of a direct method with increasing power output on a cycloergometer (EOS Ergospint, Jaeger). Maximal heart rate ( $HR_{max}$ ) was also recorded during this test. Cardiac and ventilatory responses to hypoxia ( $FIO_2 = 0.115$ ) were evaluated at rest and at exercise (50% normoxic  $\dot{V}O_{2max}$ ) following a protocol previously described (7, 9). Hematocrit and hemoglobin were measured at different times by microhematocrit (Compur M1100, Ames-Miles) and microphotometer (Compur M1000, Ames-Miles), respectively. A clinical score of acute mountain sickness (AMS) was computed to evaluate

exercise testing was within the chamber. The ascent times of the day in the chamber, in at and above 7000 m (submaximal exercise at about  $123 \text{ min}^{-1}$  metabolic power in day performed and is expressed as mean  $\pm$  statistically evaluated

Re

Minimum number of days necessary to reach a given altitude



chamber; it took them 12 days to reach 8250 m in the chamber. J Appl Physiol 66: 24

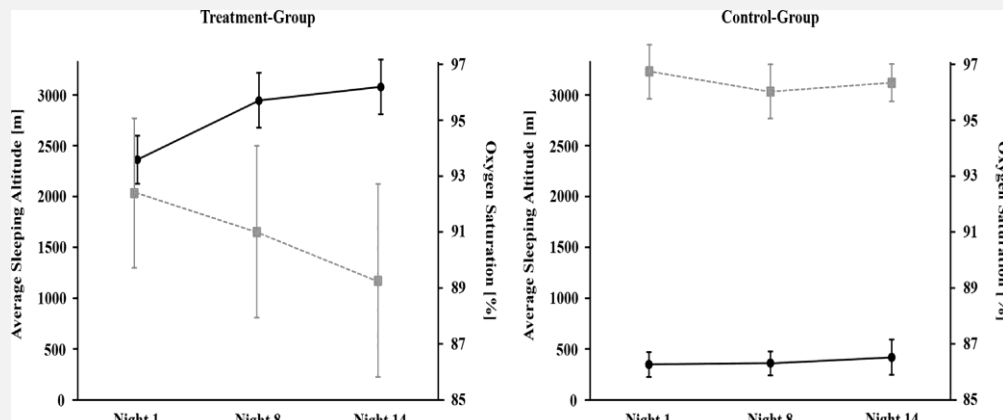
Moreover, prolonged stays in high altitude

ORIGINAL RESEARCH

# Sleeping in Moderate Hypoxia at Home for Prevention of Acute Mountain Sickness (AMS): A Placebo-Controlled, Randomized Double-Blind Study

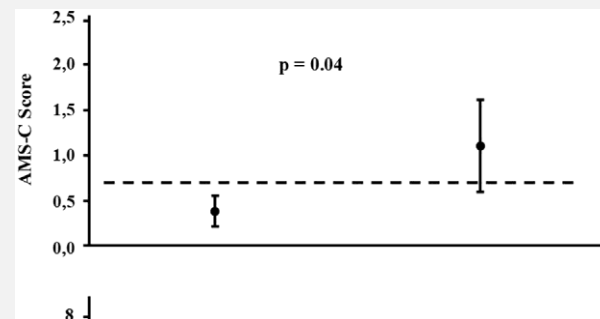
Christoph Dehnert, MD; Astrid Böhm; Igor Grigoriev; Elmar Menold; Peter Bärtsch, MD

*From the University Hospital, Medical Clinic, Internal Medicine VII, Sports Medicine, Heidelberg, Germany.*

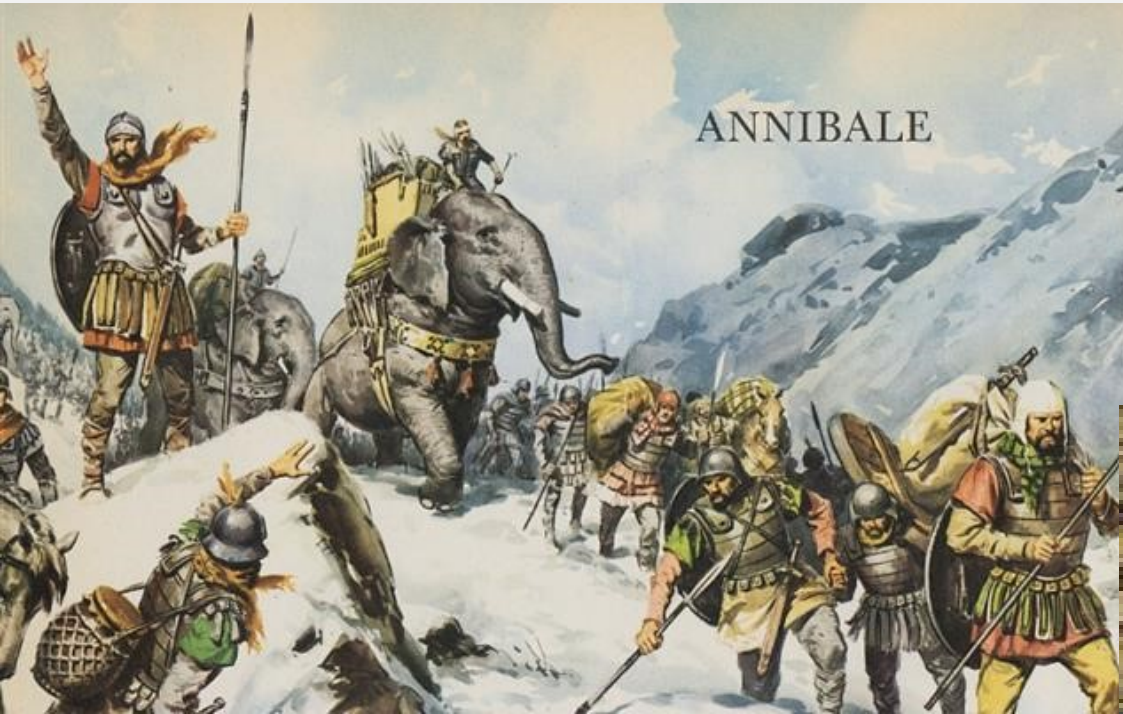


76 soggetti (2 gruppi)  
14 gg x 8 h a 2600 m  
Esposizione a 4500 m

Thus, acclimatizing at home during sleep may be an alternative for those who consider taking drugs for prevention of AMS when travelling to high altitude.



# ANNIBALE CON SUI ELEFANTI ATTRAVESANO LE ALPI



218 a.c.

Colle Autaret  
3077 m.





*“...passing the Great Headache Mountain, the Little Headache Mountain, the Red Earth and the Fever Slope, men's bodies become feverish, they lose color and are afflicted with headaches and vomiting...”*

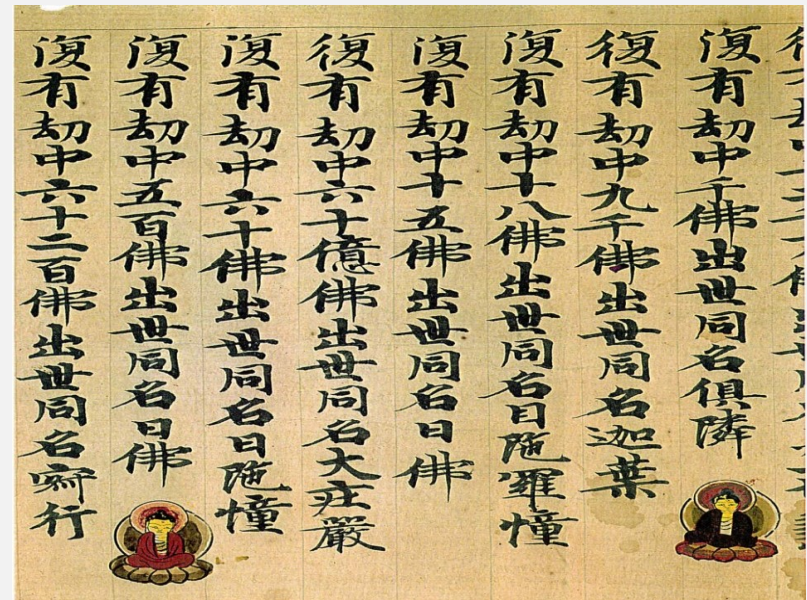
*Too-Kin (37-32 a.*

*C.)*



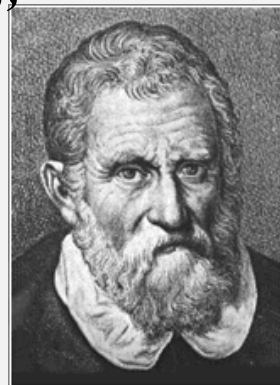
*“...foamed at the mouth and died in the ascent of that Pass...”*

*Fa Hsien (403 d. C.)*



*“... L’aere è così puro in quelle  
sommità e l’abitarvi così sano che  
gli uomini che stanno nella città e  
nel piano e valli, come si sentono  
assaltar dalla febbre di cadauna  
sorte o d’altra infirmità  
accidentale, immediate ascendono  
il monte e stanvi duoi o tre giorni,  
e si ritrovano sani per causa  
dell’eccellenza dell’aere”*

*Marco Polo: Il Milione 1298*



# MALATTIE ACUTE DI ALTA QUOTA

Ravenhill 1913

*Puna of normal type*

*Puna of nervous type*

*Puna of cardiac type*

Oct. 15, 1913.] THE JOURNAL OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE.

## Original Communications.

### SOME EXPERIENCES OF MOUNTAIN SICKNESS IN THE ANDES.

By T. H. RAVENHILL, M.B., B.C.

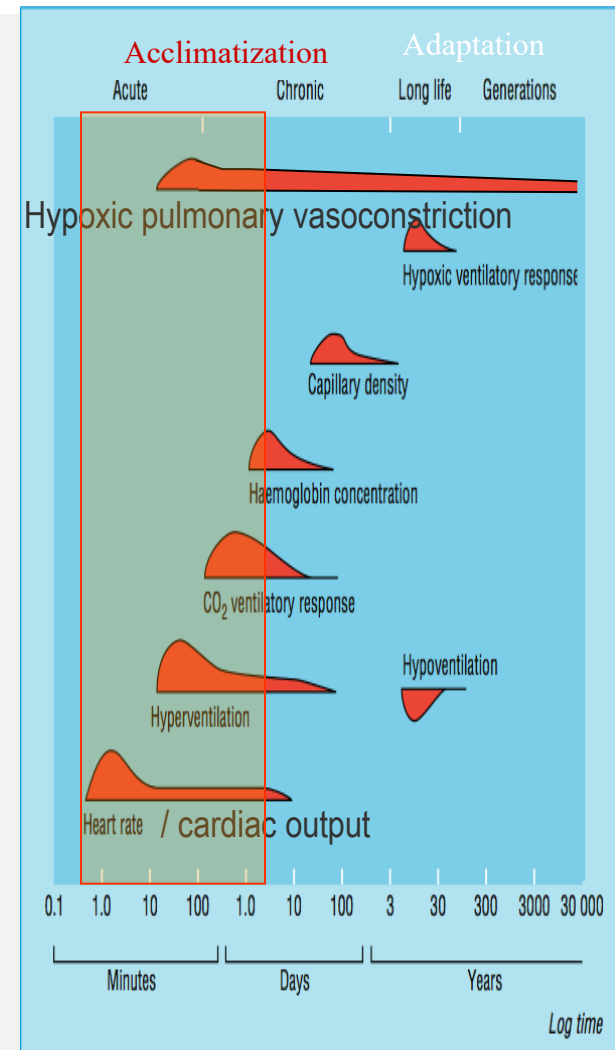
*Late Surgeon to the Poderosa Mining Co., Ltd., Chile, and to La Compañía Minera de Collahuasi, Chile.*

In the following paper I have tried to present certain facts which came under my observation while acting as Medical Officer to a mining district in the Andes, and though I have brought forward no theories I have ventured to suggest one or two ideas which seemed to be consistent with the conditions that I found obtaining at the altitude named.



# Malattie Acute di alta Quota

- Male Acuto di Montagna
- Edemi periferici
- Edema Cerebrale d'Alta Quota
- Edema Polmonare d'Alta Quota
- Emorragie Retiniche
- Disturbi Neurologici in Alta Quota
- Malattia cronica di Alta Quota

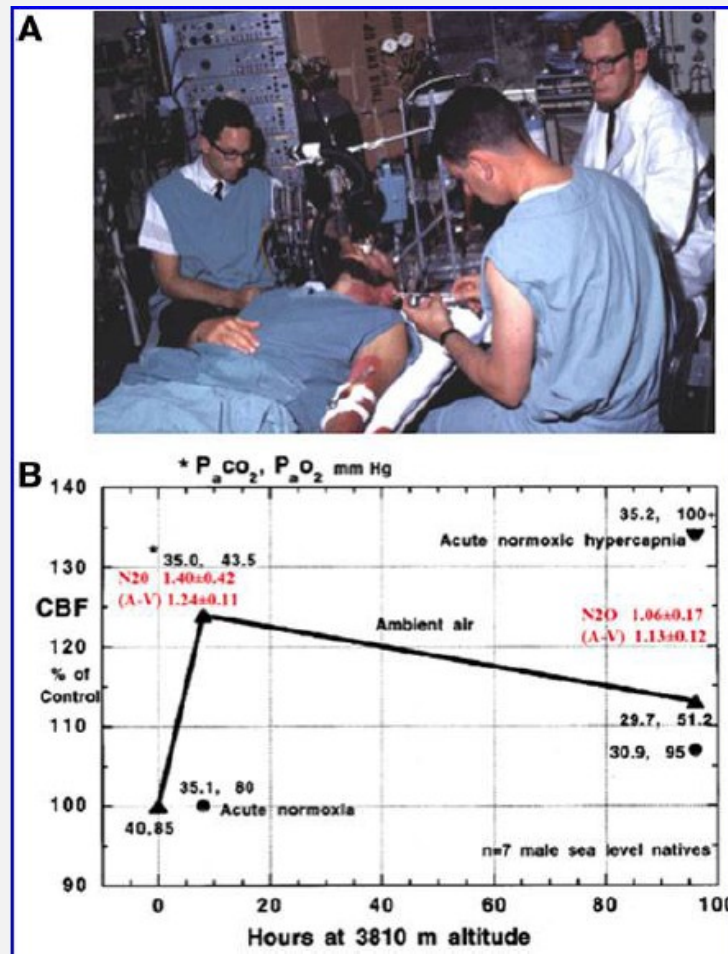


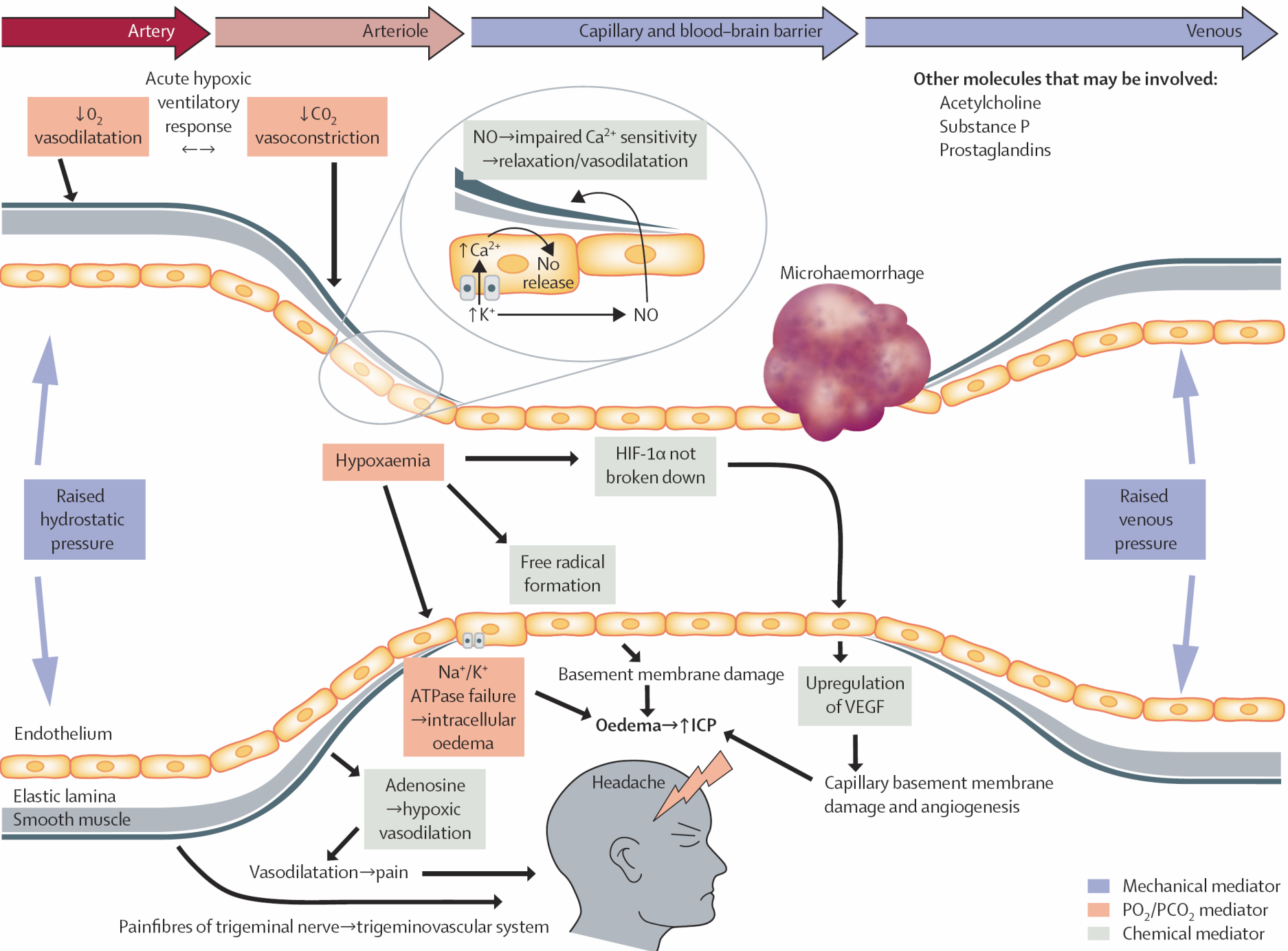
# ***IPOSTESI PATOGENETICHE***

- Alterata permeabilità vasale che conduce ad edema vasogenico (VEGF, NO)
- Disfunzione di membrana da ipossia
- Aumentato flusso ematico cerebrale, effetto dell'onda sfigmica
- Alterazione della emodinamica cerebrale
- Conformazione della scatola cranica

## Cerebral Blood Flow at High Altitude

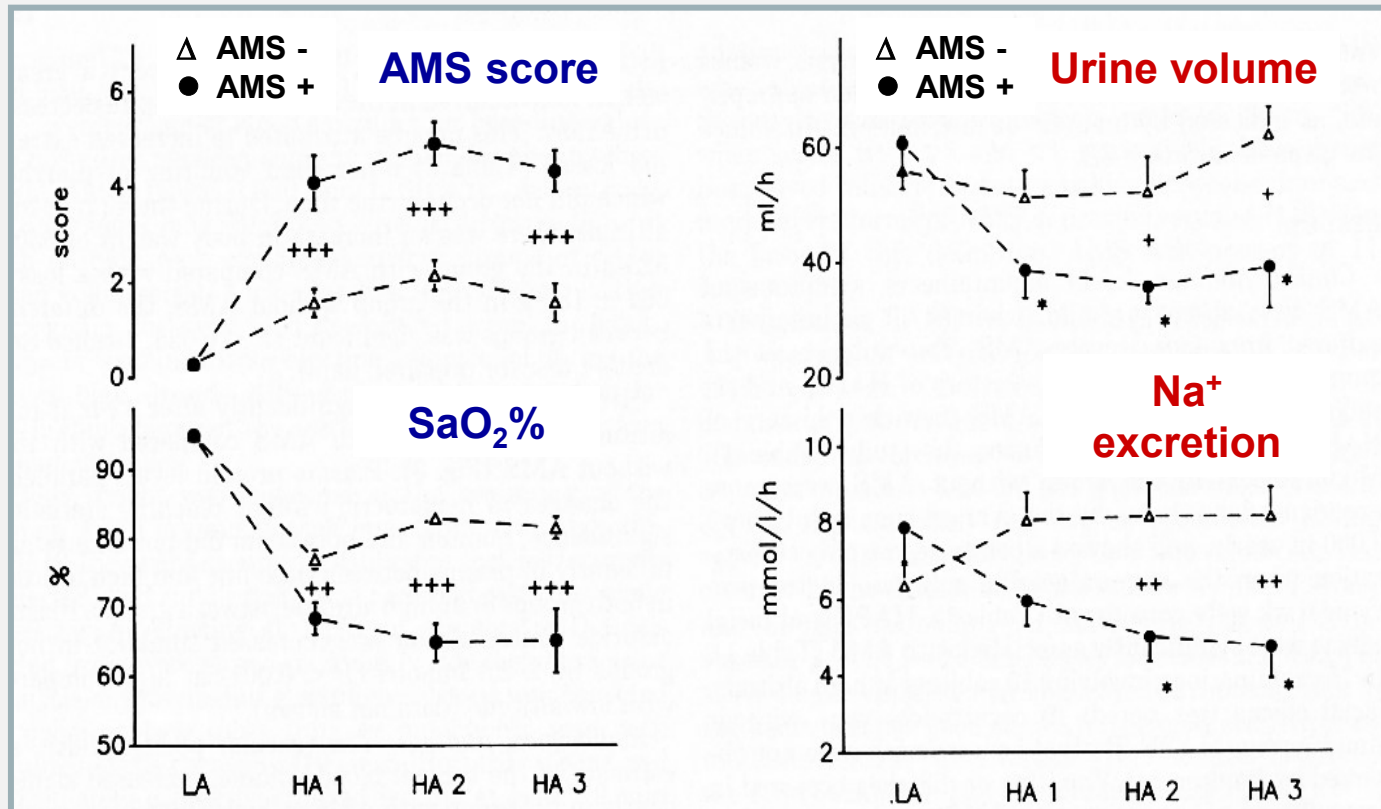
Philip N. Ainslie<sup>1</sup> and Andrew W. Subudhi<sup>2</sup>





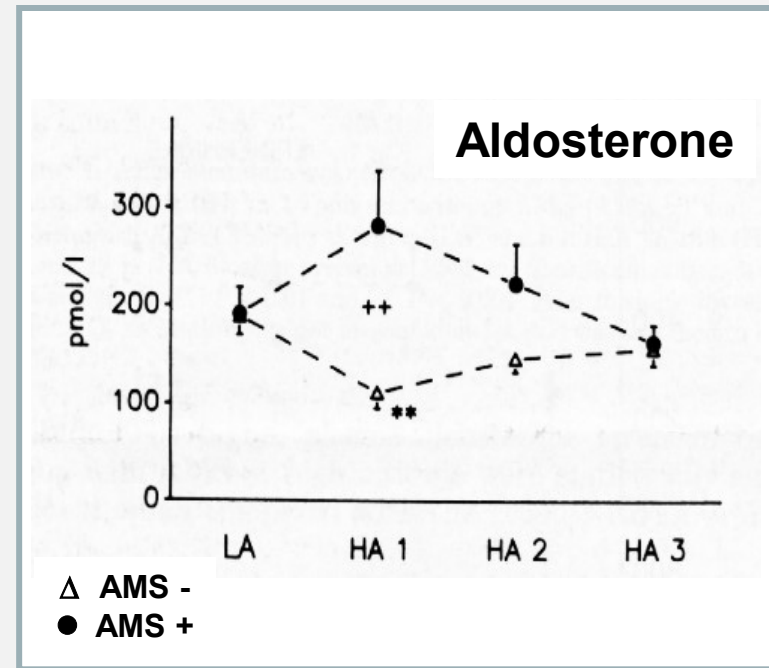
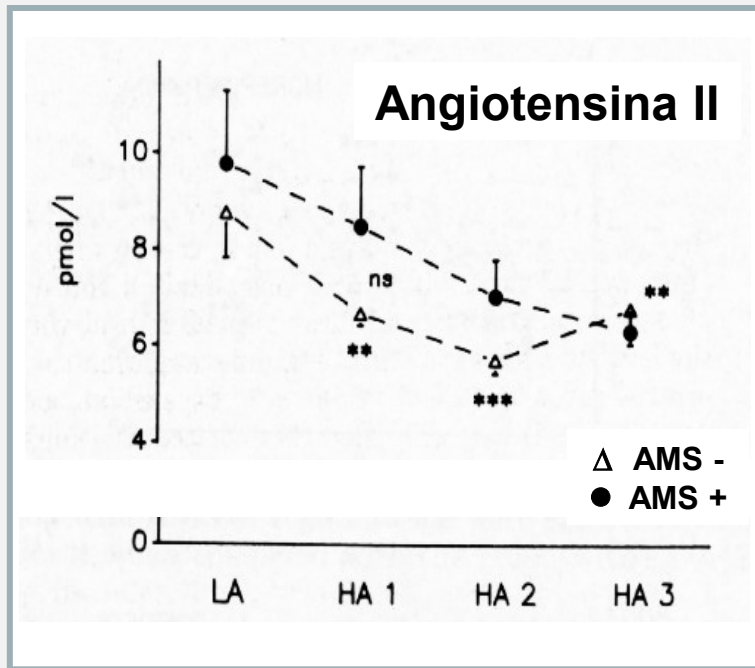
# FISIOPATOLOGIA DELLA AMS

## Ritenzione di Acqua e Sodio



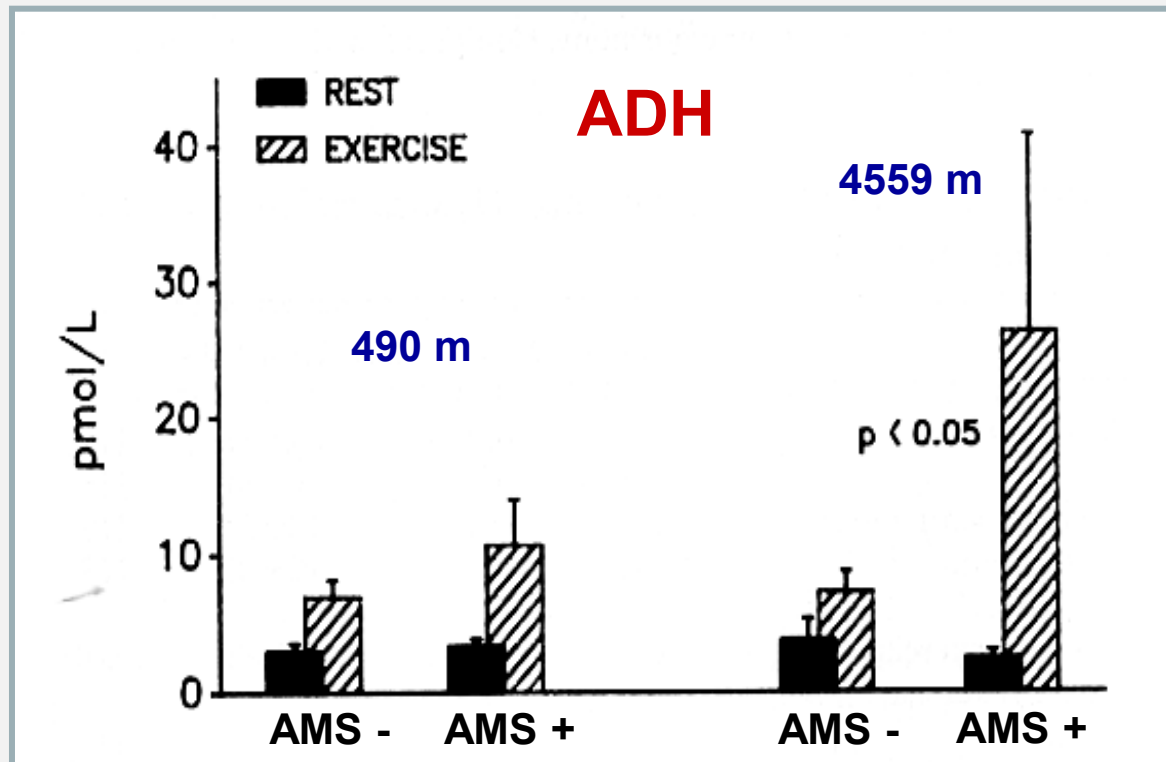
# FISIOPATOLOGIA DELLA AMS

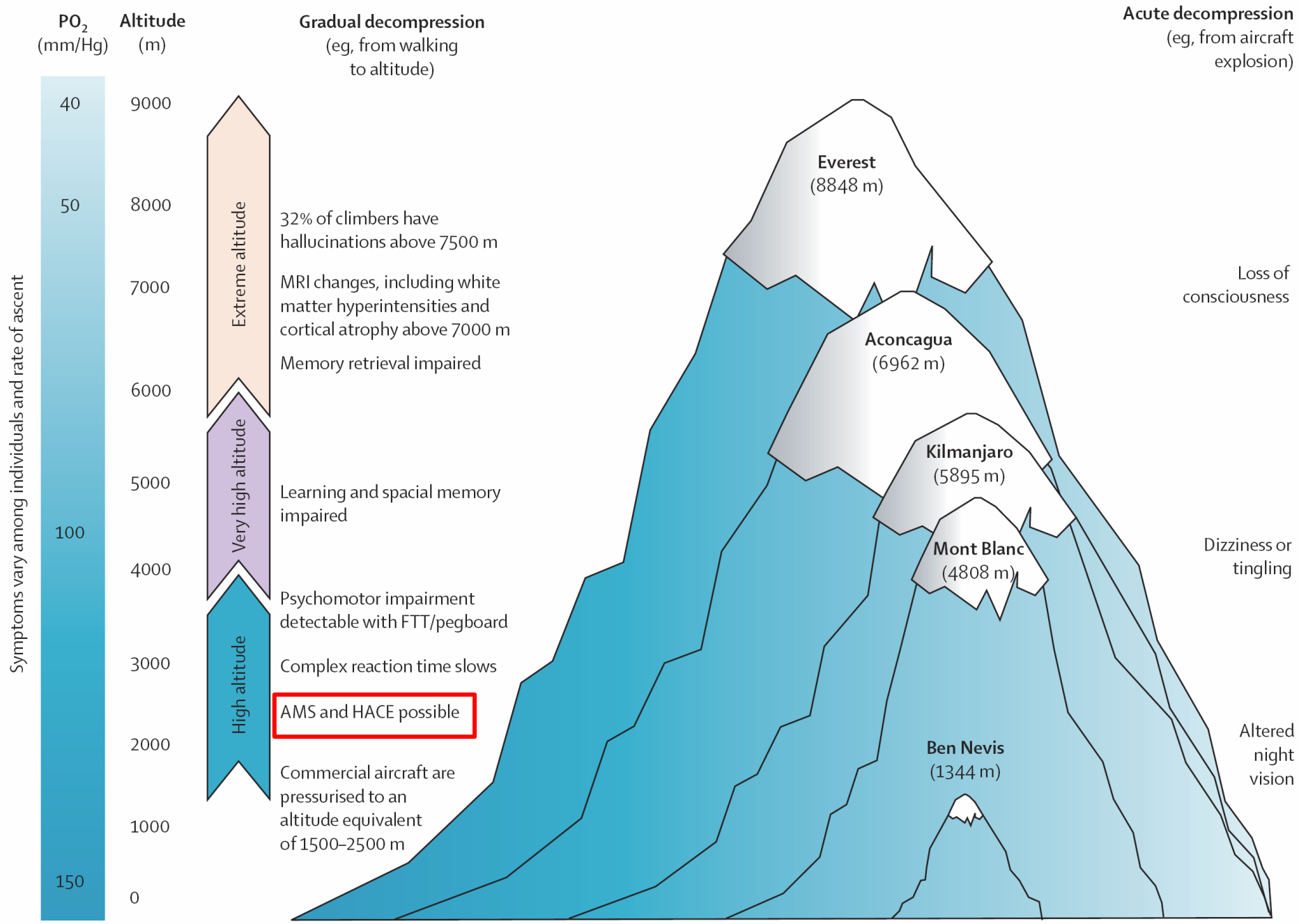
## Attività Renina-Angiotensina-Aldosterone



# FISIOPATOLOGIA DELLA AMS

## Ormone antidiuretico (Vasopressina)





# DEFINIZIONE DI MALATTIA ACUTA D'ALTA QUOTA

- Sindrome caratterizzata da sintomi non specifici pertanto soggettivi
- Colpisce persone non acclimatate
- Quota di insorgenza 2500 m
- Sintomi si sviluppano di solito dopo 6-10 ore
- Può progredire in edema cerebrale di alta quota



## Chinese Headache Mountain c. 30 BC

*(Tseen Han Shoo Book 96)*

"...Again passing the Great Headache Mountains, the Little Headache mountain, the Red Lands and the Fever Slope, men's bodies became feverish, they lose color and are attacked with headache and vomiting".

# SINTOMI DI MALATTIA ACUTA D'ALTA QUOTA

**CEFALEA +**

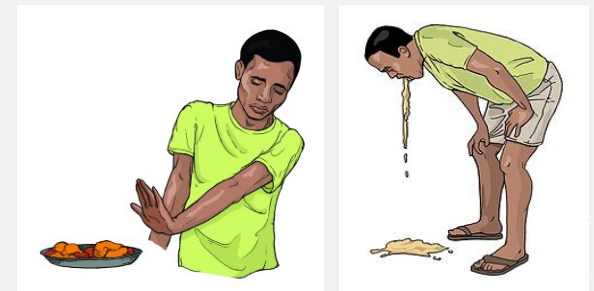


**Fatica**

**Stanchezza**



**Vertigini/testa vuota**



**Nausea, Vomito,  
Diarrea**



## SEGNI DI MALATTIA ACUTA D'ALTA QUOTA

- **Edemi periferici (orbite, mani, piedi)**
- **Cianosi delle labbra**
- **Alterato stato mentale**
- **Incapacità di camminare in linea retta (atassia)**



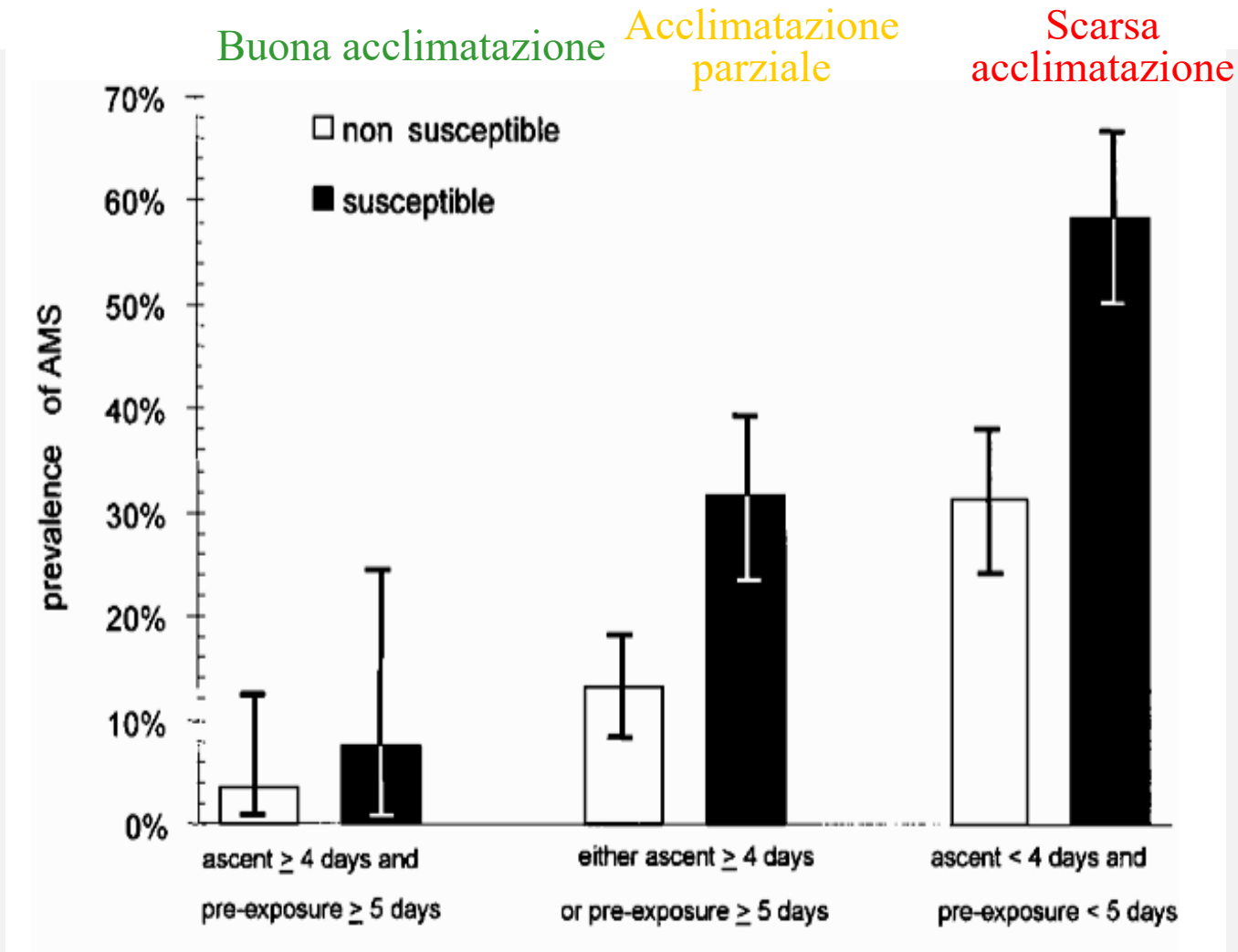
# Il Male acuto di montagna

## Fattori Predisponenti

- Residenza a bassa quota e assenza di acclimatazione
- Suscettibilità individuale
- Pregressi episodi di male acuto di alta quota
- Età
- Eccellente condizione fisica
- Ridotta risposta ventilatoria all' ipossia
- Obesità
- Russatori
- Emicrania
- Interventi o radioterapia sul collo

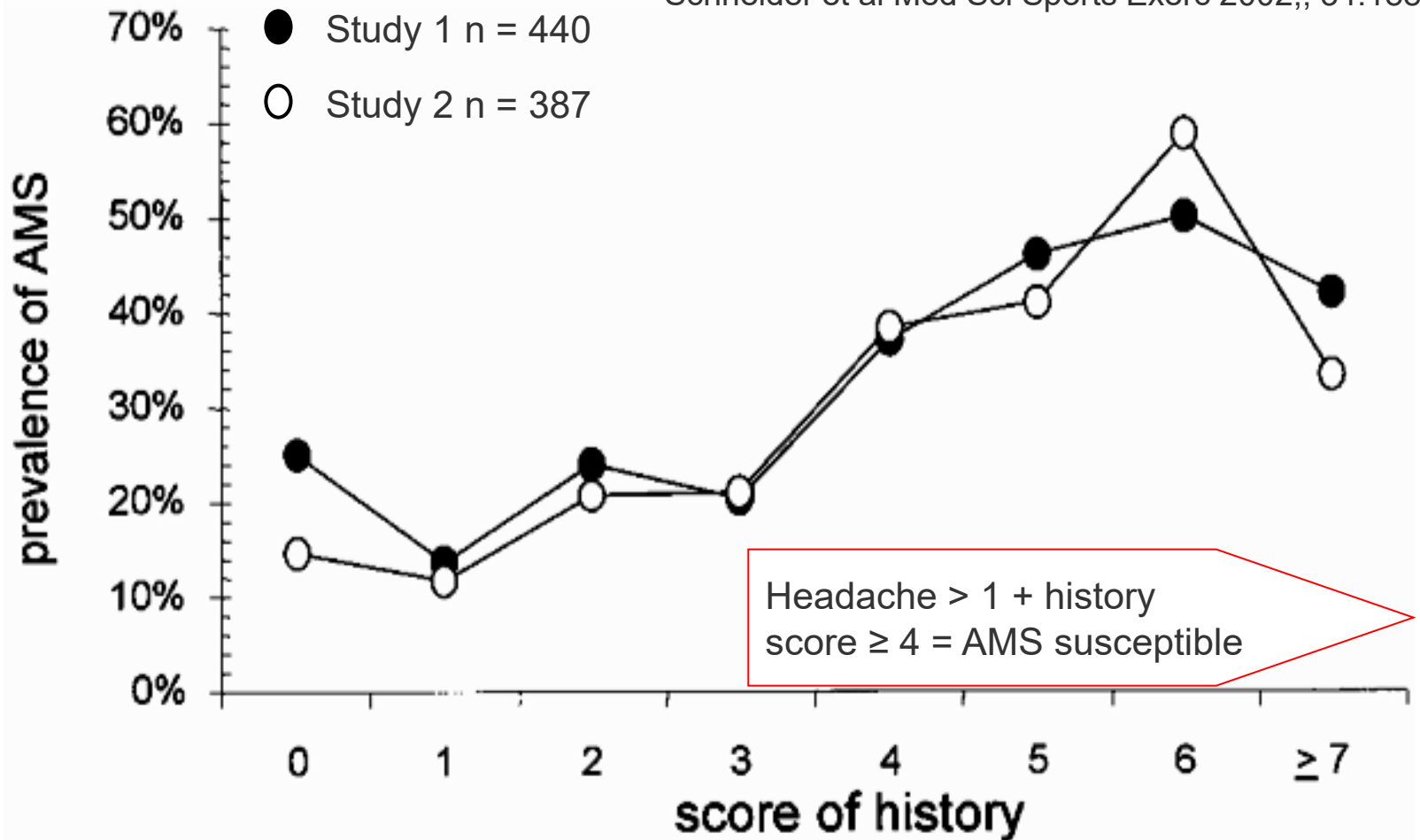


# SUSCETTIBILITÀ INDIVIDUALE A 4559 M



# AMS HISTORY AND PREVALENCE OF AMS DURING ASCENT TO 4559M

Schneider et al Med Sci Sports Exerc 2002,; 34:1886





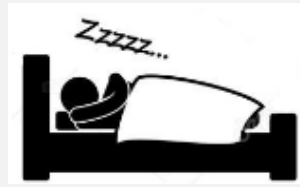
# ACUTE MOUNTAIN SICKNESS: THE IMPACT OF LIFESTYLE AND INDIVIDUAL RISK FACTORS

*International Society of Mountain Medicine Congress. Nov 2018*





Hes·SO  
Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale



# COULD LIFE STYLE AND INDIVIDUAL RISK FACTORS INFLUENCE ACUTE MOUNTAIN SICKNESS?



e-RÉS@MONT

Interreg  
ALCOTRA  
e-RÉS@MONT  
Fonds européen de développement régional  
Fondo europeo di sviluppo regionale



Espace  
MontBlanc



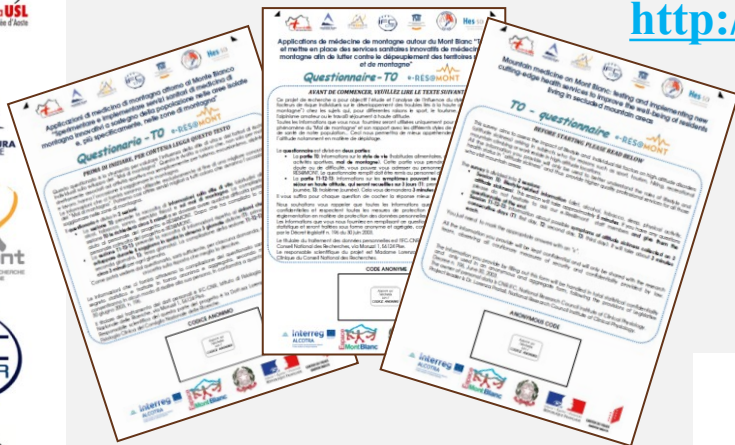
Liberté • Egalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS

# T0-Questionnaire

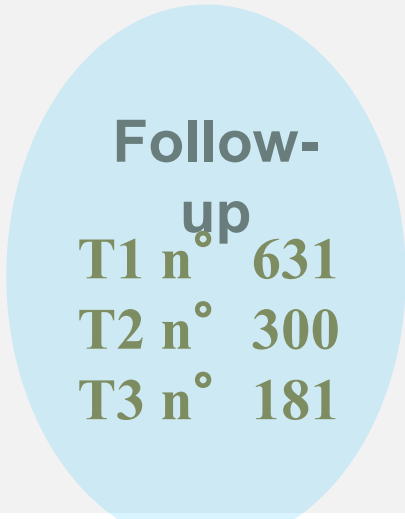
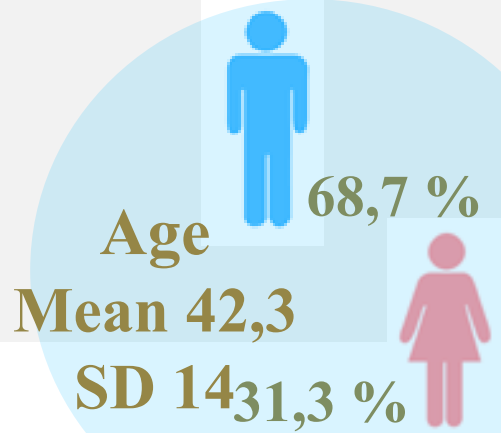
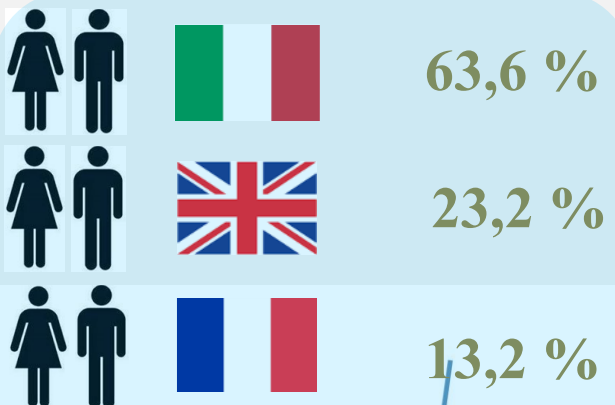
# T1-T2-T3-Questionnaire

<http://e-resamont.isti.cnr.it>



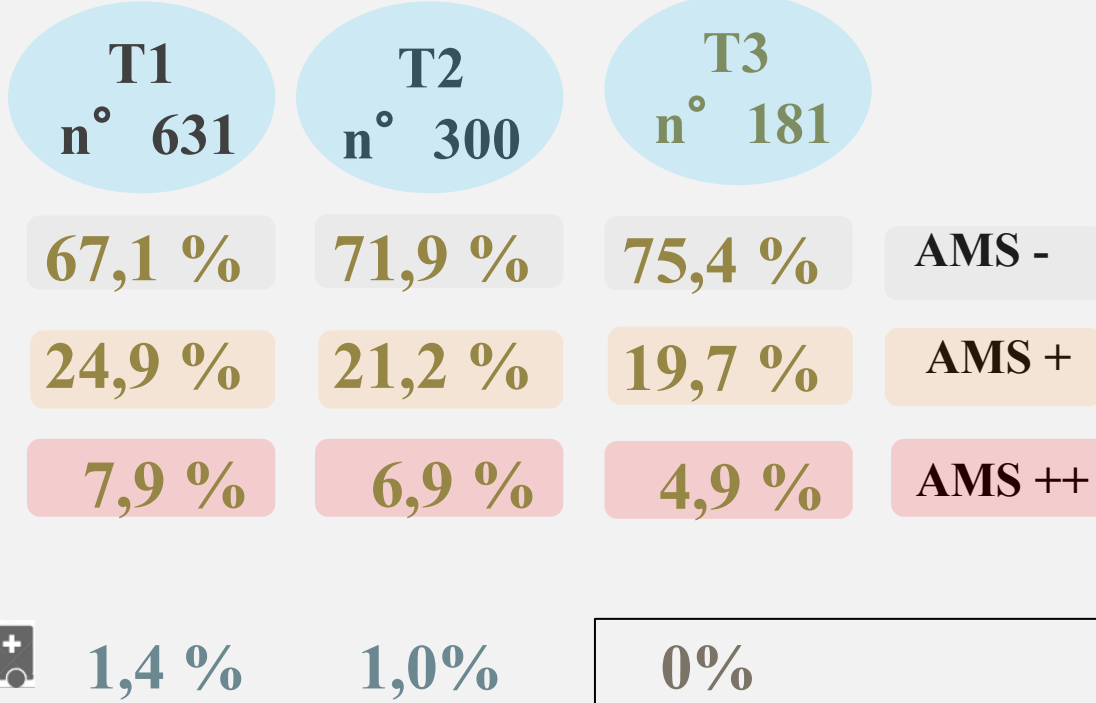
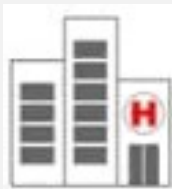
Altitude of residence  
 > 1500 mt 6,2 %

Baseline N° 1002



# T1-T2-T3-Questionnaire

## LAKE LOUISE SCORE: DIAGNOSIS



> 3500 mt > 3500 mt -

Applications de médecine de montagne autour du Mont Blanc "Tester et mettre en place des services adaptés innovés de médecine de montagne afin de lutter contre le dépeuplement des territoires ruraux et de montagne"

Applicazioni di medicina di montagna attorno al Monte Bianco "Testare e implementare servizi sanitari di medicina di montagna innovativi e adeguati alla popolazione nelle zone isolate e, più specificamente, nelle zone di montagna"

Applicazioni di medicina di montagna attorno al Monte Bianco "Tester et mettre en place des services adaptés innovés de médecine de montagne afin de lutter contre le dépeuplement des territoires ruraux et de montagne"

Mountain medicine on Mont Blanc: testing and implementing new cutting-edge health services to improve the well-being of residents living in secluded mountain areas

T1-T2-T3 - questionnaire - e-RES@MONT

BEFORE STARTING PLEASE READ BELOW

The survey aims to assess the impact of the new telemedicine facilities on high-altitude alpine residents living in isolation who are unable to reach the sport, tourism, leisure, recreational, insurance, catering or work areas in high-altitude locations.

All the information you provide will only be used to further understand the state of health and well-being of "alpine citizens" and their specific higher quality professional services for all those who live in mountain areas.

The survey is divided into 2 sections:

- Section T1: Multiple-choice questionnaire (MCQ) identifying patients' demographic, physical, medical, athletic activities. This section will take approximately 5 minutes. You may have any questions concerning this questionnaire to ask our coordinator: [info@res@mont.ch](mailto:info@res@mont.ch). Please be ready to start the questionnaire at the end.
- Section T2-T3: The questionnaire about patients' symptoms of altitude sickness collected on 3 consecutive days (T2 for day 1, T3 second day, T4 third day) is to be filled about 3 weeks later.

You will need to mark the appropriate answers with an "X".

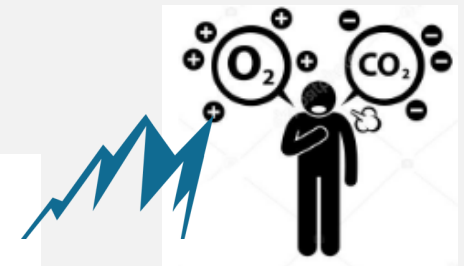
All the information you provide will be kept confidential and will only be shared with the research team, observing all maximum measures of security and confidentiality provided by law.

The information you provide by filling out this form will be transfered to local statistical authorities and only used for an anonymous and aggregate form, following the provision of Legislative Decree n. 101 of 2002.

The names of members of the CHSE, National Research Council Institute of Clinical Physiology, Project leader in U.S., University Hospital, National Research Council Institute of Clinical Physiology, are available on the project website.

ANONYMOUS CODE

Interreg e-RES@MONT





## ALTITUDE SICKNESS

Have you ever suffered from altitude sickness?

**N 79,3 %**

**Y 20,7 %**

52,9 %

22,4 %

AMS -

36,1 %

35,1 %

AMS +

11,0 %

42,5 %

AMS ++

Applications de médecine de montagne autour du Mont Blanc "Tester et mettre en place des services sanitaires innovatifs de médecine de montagne afin de lutter contre le développement des territoires ruraux et de montagne"

Applicazioni di medicina di montagna attorno al Monte Bianco "Implementare e implementare servizi sanitari di medicina di montagna innovativi a sostegno della popolazione nelle aree isolate e più specificamente, nelle zone di montagna"

Applications de médecine de montagne autour du Mont Blanc "Tester et mettre en place des services sanitaires innovatifs de médecine de montagne afin de lutter contre le développement des territoires ruraux et de montagne"

Applicazioni di medicina di montagna attorno al Monte Bianco "Implementare e implementare servizi sanitari di medicina di montagna innovativi a sostegno della popolazione nelle aree isolate e più specificamente, nelle zone di montagna"

Mountain medicine on Mont Blanc: testing and implementing new cutting-edge health services to improve the well-being of residents living in secluded mountain areas

T1-T2-T3 - questionnaire

BEFORE STARTING PLEASE READ BELOW

The survey aims to assess the impact of altitude on individuals living in high-altitude mountainous areas, testing and implementing new cutting-edge health services to improve the well-being of residents living in secluded mountain areas. All the information you provide will only be used to better understand the value of health and health services in "secluded" areas and provide higher quality professional services for all those who live in these areas.

The survey is divided into 3 sections:

- Section 1: Personal information (name, address, telephone, email, postal code, etc.). This section will be used to contact you in the event of any problems.
- Section 2: Information about altitude sickness (altitude, symptoms, etc.). This section will be used to assess the impact of altitude on your health.
- Section 3: Information about health services (access, quality, etc.). This section will be used to assess the impact of health services on your well-being.

The information you provide will be kept confidential and will only be shared with the research team, observing the confidentiality measures of security and confidentiality provided by law.

The information you provide for this survey will be handled in total statistical confidentiality and will only be used to describe and improve health services, following the provisions of regulation number 100, June 10, 2010.

The names of centers and/or health services will not be disclosed.

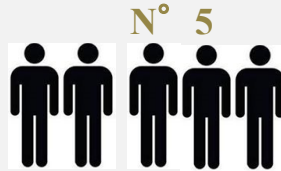
Thank you for your participation in this survey.

ANONYMOUS CODE

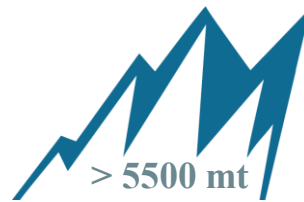
Interreg ALCOIRA e-RÉS@MONT



High Altitude Pulmonary edema



High altitude cerebral edema



▷ 70 %  
▷ 80 %

e-RÉS@MONT

Interreg ALCOIRA e-RÉS@MONT  
Fondo europeo di sviluppo regionale

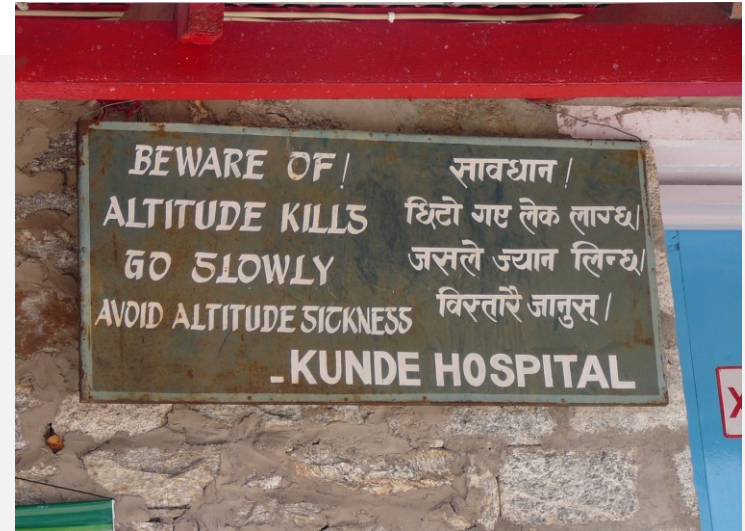
Espace e-MontBlanc



Liberté • Egalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CANTON DU VALAIS  
KANTON VALLES

## Fattori Favorenti



- Velocità di ascesa
- Freddo
- Esercizio intenso
- Infezioni sistemiche in particolare vie respiratorie

# VALUTAZIONE SUL CAMPO DEL AMS: LAKE LOUISE SCORE

Valutazione dei sintomi almeno dopo 6 ore

## Autovalutazione

	No	Lieve	Moderato	Grave
Cefalea	0	1	2	3
Sintomi gastrointestinali	0	1	2	3
Fatica e/o stanchezza	0	1	2	3
Vertigini/testa vuota	0	1	2	3

Definizione di MAM: score > 3

## The 2018 Lake Louise Acute Mountain Sickness Score

Robert C. Roach,<sup>1</sup> Peter H. Hackett,<sup>1</sup> Oswald Oelz,<sup>2</sup> Peter Bärtsch,<sup>3</sup> Andrew M. Luks,<sup>4</sup> Martin J. MacInnis,<sup>5</sup>  
J. Kenneth Baillie,<sup>6,7</sup> and The Lake Louise AMS Score Consensus Committee

TABLE 1. 2018 LAKE LOUISE ACUTE MOUNTAIN  
SICKNESS SCORE

---

### Headache

- 0—None at all
- 1—A mild headache
- 2—Moderate headache
- 3—Severe headache, incapacitating

### Gastrointestinal symptoms

- 0—Good appetite
- 1—Poor appetite or nausea
- 2—Moderate nausea or vomiting
- 3—Severe nausea and vomiting, incapacitating

### Fatigue and/or weakness

- 0—Not tired or weak
- 1—Mild fatigue/weakness
- 2—Moderate fatigue/weakness
- 3—Severe fatigue/weakness, incapacitating

### Dizziness/light-headedness

- 0—No dizziness/light-headedness
- 1—Mild dizziness/light-headedness
- 2—Moderate dizziness/light-headedness
- 3—Severe dizziness/light-headedness, incapacitating

### AMS Clinical Functional Score

Overall, if you had AMS symptoms, how did they affect your activities?

- 0—Not at all
  - 1—Symptoms present, but did not force any change in activity or itinerary
  - 2—My symptoms forced me to stop the ascent or to go down on my own power
  - 3—Had to be evacuated to a lower altitude
- 



# VALUTAZIONE SUL CAMPO DELL'AMS: LAKE LOUISE SCORE

## Score Clinico Funzionale:

Se hai sintomi di AMS quanto hanno impattato sulle tue attività ?

- |   |   |
|---|---|
| -In nessun modo   | 0 |
| -In presenza di sintomi non variazione dell'attività o itinerario | 1 |
| -Interruzione della salita o discesa                              | 2 |
| -Evacuazione a bassa quota  | 3 |

# VALUTAZIONE SUL CAMPO DELL'AMS: LAKE LOUISE SCORE

## Valutazione Clinica:

Variazione stato mentale	0 = no	1 = letargia/lassitudine 2 = disorientato/confuso 3 = stupore/seminconsenza 4 = coma
Atassia (andatura a ubriaco)	0 = no	1 = manovre di equilibrio 2 = cammina fuori dalla riga 3 = cade 4 = non sta in piedi
Edemi periferici	0 = no	1 = una sede 2 = due o + sedi

Definizione MAM: autovalutazione+ clinica > 4

# SENSIBILITÀ E SPECIFICITÀ DEI SEGNI E DEI SINTOMI DI AMS

	sensibilità	specificità
• Cefalea lieve	0.71	0.80
• Cefalea moderata-grave	0.48	0.96
• Anoressia/nausea	0.61	0.92
• Vomito	0.12	1.0
• Vertigini/testa vuota	0.61	0.90
• Difficoltà nel sonno	0.70	0.45
• Cambio nello stato mentale	0.18	1.0
• Atassia	0.27	0.94
• Edema periferico	0.39	0.85

# MALE ACUTO DI MONTAGNA TWENTY-TWENTY

e-Resamont



< Lake Louise Quiz



< Lake Louise Quiz



Score 8

AMS grave

Si consiglia

Contattare un sanitario

Supplementazione di ossigeno disponibile

Scendere di almeno 500 m senza fare fatica

Devi

IL PROGETTO E-RÉS@MONT

Affaticamento e/o sensazione  
di debolezza



No (0)



Leggero affaticamento, debolezza lieve (1)



Affaticamento e debolezza moderata (2)

## 3 differenti gradi di MAM

**Table 3.** Acute mountain sickness classification

<i>Category</i>	<i>Mild AMS</i>	<i>Moderate–Severe AMS</i>
Symptoms	Headache plus 1 or more other symptoms (nausea/vomiting, fatigue, lassitude, dizziness)	Headache plus 1 or more other symptoms (nausea/vomiting, fatigue, lassitude, dizziness)
Signs	All symptoms of mild intensity None	All symptoms of moderate–severe intensity None
Lake Louise AMS Score <sup>a</sup>	3–5	6–12

AMS, acute mountain sickness.

<sup>a</sup> Self-report AMS score. Roach et al.<sup>103</sup>

# PROFILASSI DEL MALE ACUTO DI MONTAGNA

**REGOLA GENERALE: salire lentamente, evitando sforzi intensi, mantenere una buona idratazione**

**>3000m pianificare le quote di pernottamento entro i 600m di dislivello (400-600m). Se non è possibile, pernottare per due notti alla stessa quota**

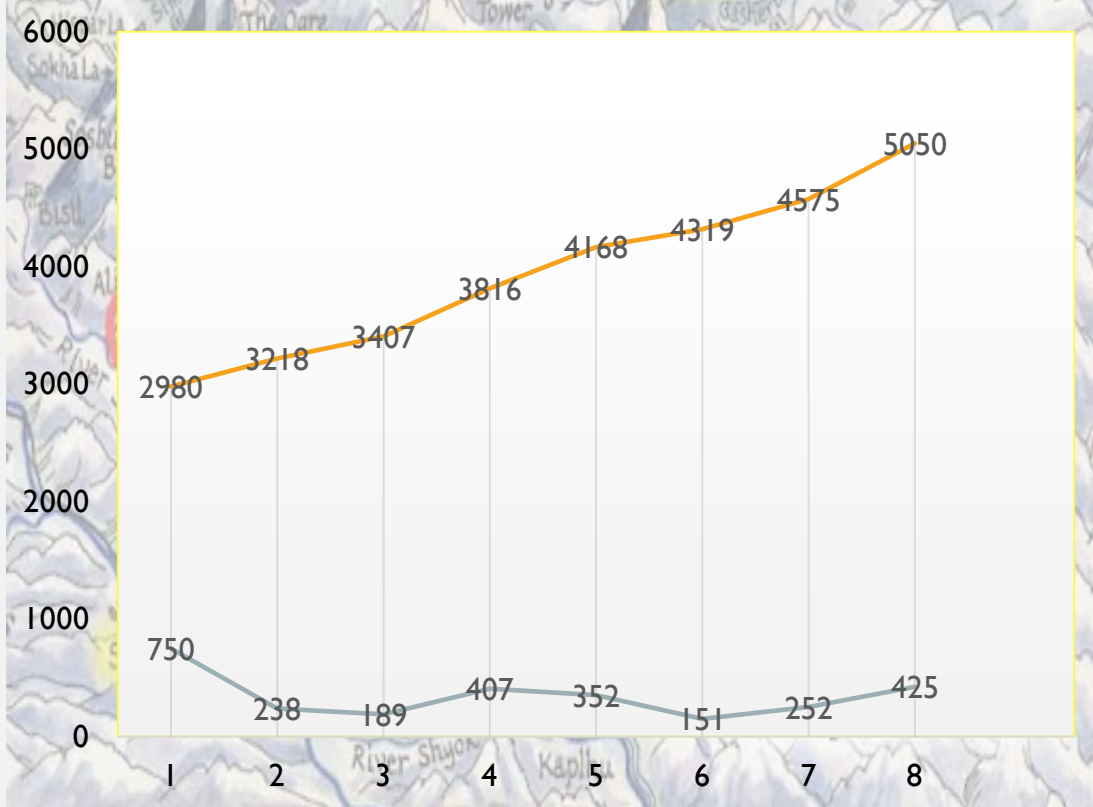
**Se si programma di trascorrere la notte > 3000m evitare il più possibile l'uso di mezzi di risalita meccanici**

**Non bere alcolici e non assumere sonniferi, soprattutto benzodiazepine.**

**Se si deve assolutamente raggiungere una quota >3000 con aerei/elicotteri o mezzi meccanici assumere acetazolamide 125-250mg ogni 12 ore a partire dalla sera precedente la partenza e/o desametasone 2-4mg x os ogni 6 ore.**

# Spedizione K2 70 2024

## Schema di acclimatamento per salita a campo base



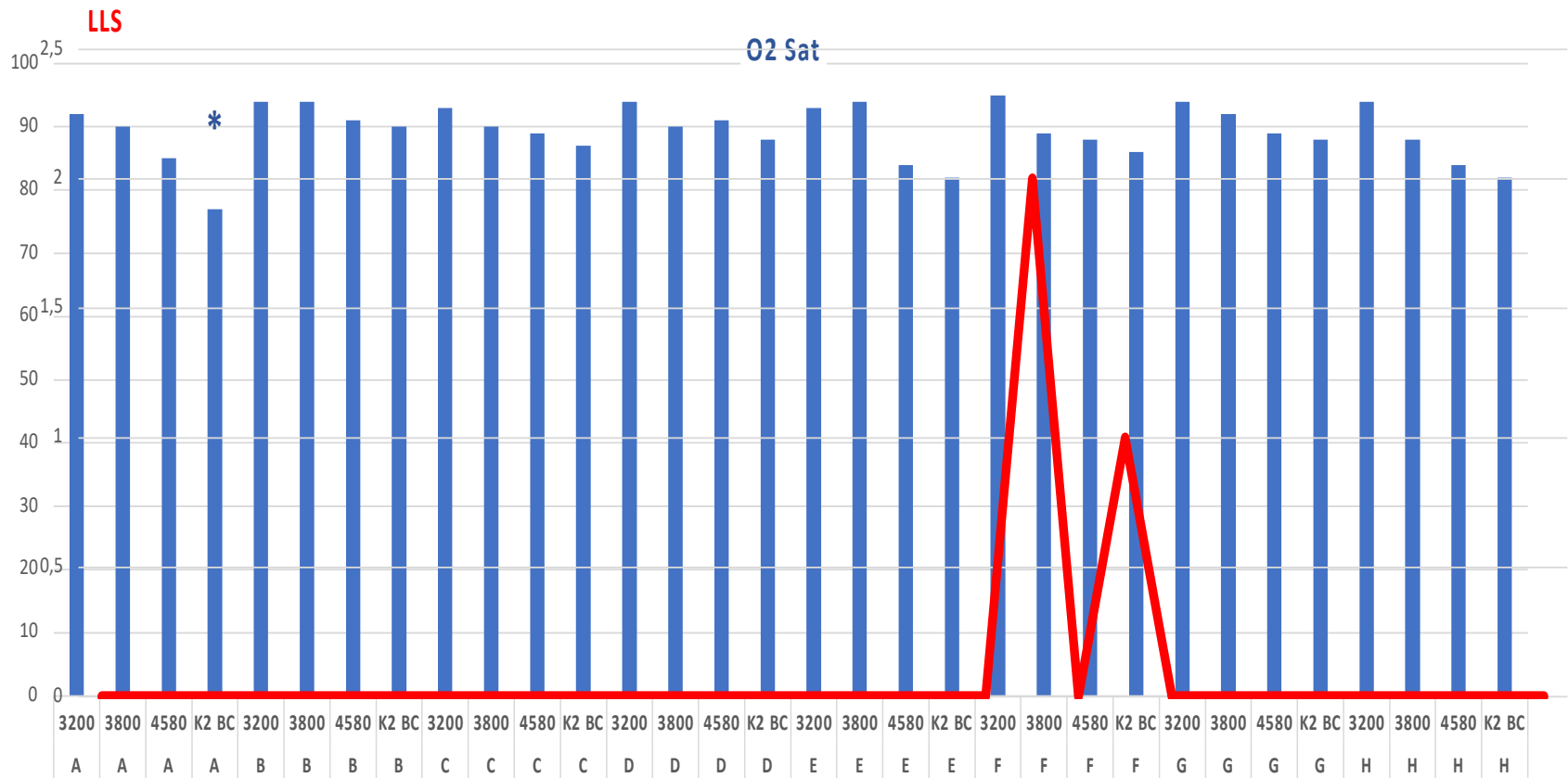
## Acclimatamento per il trekking salita al Campo Base 5050 m

- 20 giugno: trasferimento da Skardu ad Askole 2980 m (jeep) **D+750 m**
- 21 giugno: Jula (3218 m) **D+238 m**
- 22 giugno: Paju (3407 m) **D+ 189 m**
- 23 giugno: Khorbutse (3816 m) **D+ 407 m**
- 24 giugno: Urdukas (4168 m) **D+ 352 m**
- 25 Giugno Gore 2 (4319 m) **D+ 151 m**
- 26 giugno: Concordia (4575 m) **D+ 252 m**
- 27 giugno: Campo Base (4980-5000 m) **D+ 425 m**

# Spedizione K2-70



## Risposte fisiologiche durante il Trekking per il campo base



# Soggetto con suscettibilità?

## AMS no grazie!

- Soggetti che risultano suscettibili a AMS grave se salgono rapidamente a 4500m, possono tollerare altitudini molto più elevate se le raggiungono lentamente con un dislivello medio giornaliero di 300-350m (>2500-3000m).
- Soggetti che hanno sviluppato AMS con un determinato profilo di salita svilupperanno probabilmente di nuovo i sintomi se seguiranno lo stesso profilo.
- Rischio valutato in base all' anamnesi

## WILDERNESS MEDICAL SOCIETY PRACTICE GUIDELINES

# Wilderness Medical Society Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Acute Altitude Illness: 2019 Update

Andrew M. Luks, MD<sup>1</sup>; Paul S. Auerbach, MD, MS<sup>2</sup>; Luanne Freer, MD<sup>3,4,5</sup>; Colin K. Grissom, MD<sup>6,7</sup>; Linda E. Keyes, MD<sup>8,9</sup>; Scott E. McIntosh, MD, MPH<sup>10</sup>; George W. Rodway, PhD, APRN<sup>11</sup>; Robert B. Schoene, MD<sup>12</sup>; Ken Zafren, MD<sup>2,13</sup>; Peter H. Hackett, MD<sup>14</sup>

<i>Medication</i>	<i>Indication</i>	<i>Route</i>	<i>Dosage</i>
Acetazolamide	AMS, HACE prevention	Oral	125 mg every 12 h <sup>a</sup> Pediatrics: 2.5 mg·kg <sup>-1</sup> every 12 h
	AMS treatment <sup>b</sup>	Oral	250 mg every 12 h Pediatrics: 2.5 mg·kg <sup>-1</sup> every 12 h (maximum: 125 mg per dose)
Dexamethasone	AMS, HACE prevention	Oral	2 mg every 6 h or 4 mg every 12 h <sup>a</sup> Pediatrics: Should not be used for prophylaxis
	AMS, HACE treatment	Oral, IV, IM	AMS: 4 mg every 6 h HACE: 8 mg once, then 4 mg every 6 h Pediatrics: 0.15 mg·kg <sup>-1</sup> ·dose <sup>-1</sup> every 6 h (Maximum: 4 mg per dose)
Ibuprofen	AMS prevention	Oral	600 mg every 8 h
Nifedipine	HAPE prevention	Oral	30 mg ER version, every 12 h or 20 mg ER version every 8 h <sup>c</sup>
	HAPE treatment	Oral	30 mg ER version, every 12 h or 20 mg ER version every 8 h
Tadalafil	HAPE prevention	Oral	10 mg every 12 h <sup>c</sup>
Sildenafil	HAPE prevention	Oral	50 mg every 8 h <sup>c</sup>

# Il male acuto di montagna: Trattamento

**MAM leggero:** Non salire ulteriormente  
Riposare  
Mantenere buona idratazione (>3 litri al giorno)  
Evitare gli sforzi  
Ripararsi dal freddo  
Dormire con il tronco leggermente sollevato

**Aspirina o Paracetamolo  
e/o Antinausea-vomito**

Se dopo 6-12 ore non migliora si può assumere  
**Acetazolamide** compresse da 250 mg x 2 volte al giorno

# Il male acuto di montagna: Trattamento

MAM moderato-severo:

Non salire ulteriormente  
Riposare  
Idratarsi(>3 litri al giorno)  
Ripararsi dal freddo  
Dormire semiseduti  
Ossigeno terapia (I A)  
Scendere almeno 500 m (I A)

Acetaminofene (I C), Ibuprofene (I C)  
e Antinausea/vomito

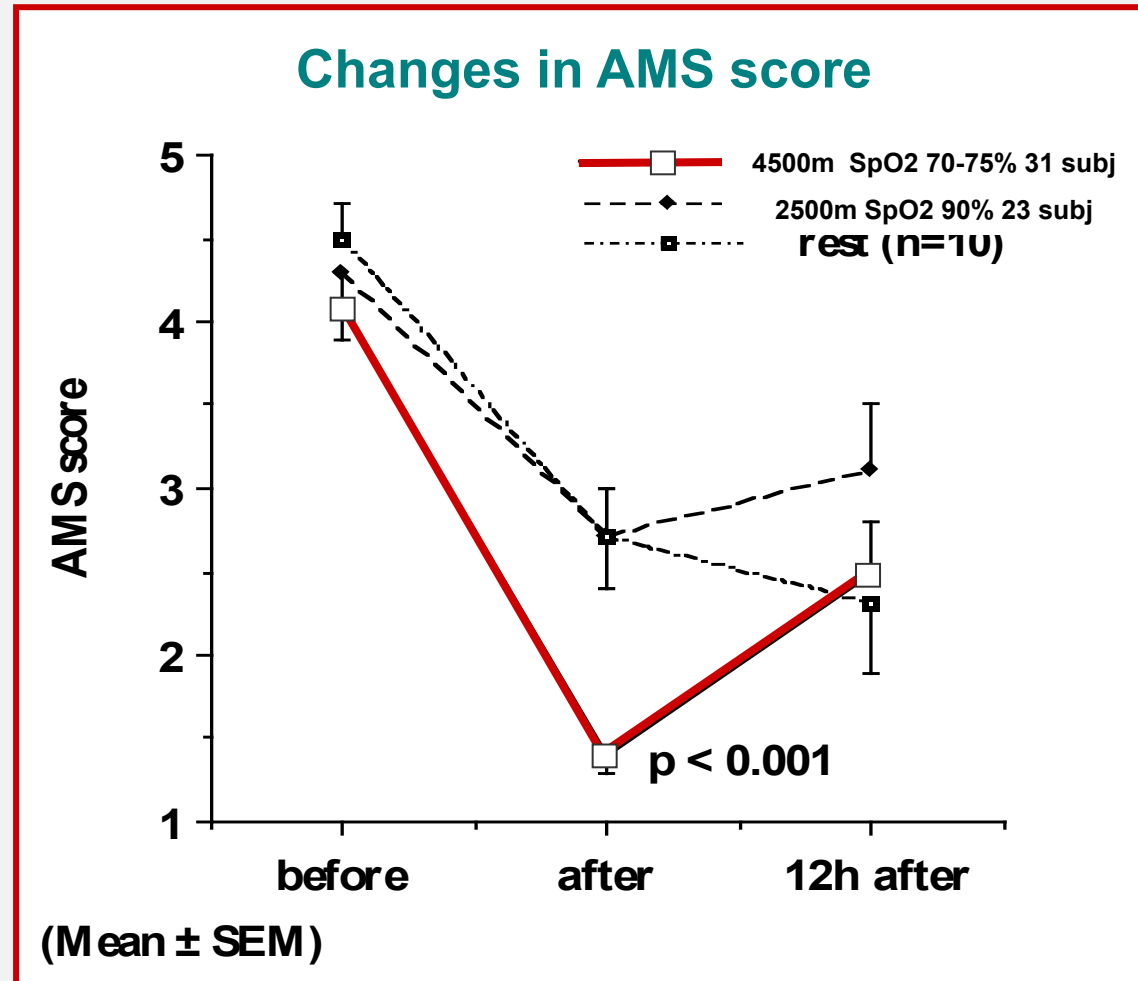
+

Acetazolamide  
250 mg 1 cpr x 2 volte al giorno (I-C)

e/o

Desametasone cpr 4 mg ogni 6 ore (I-B)  
finchè i sintomi non si risolvono

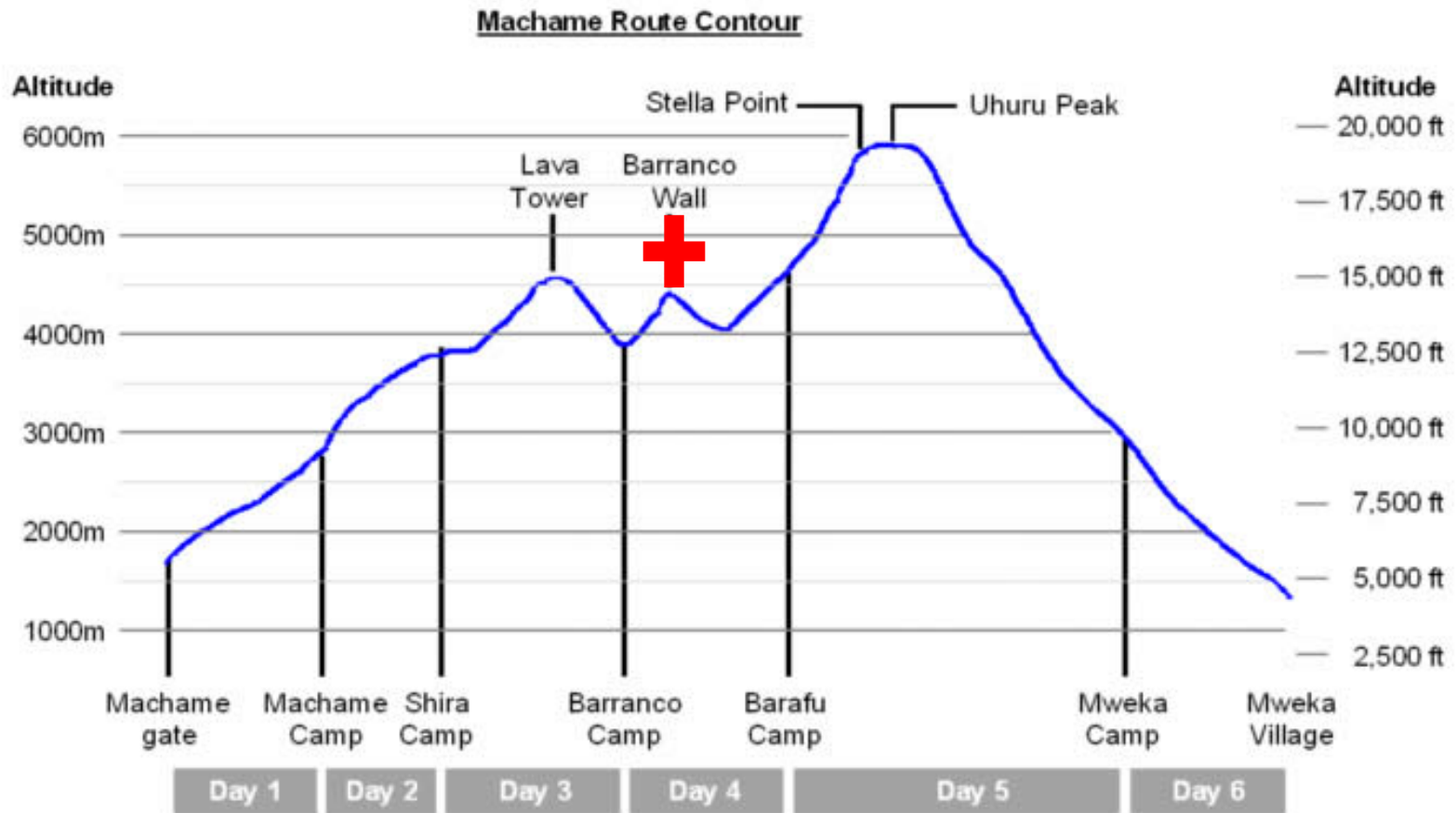
# RAPIDA DISCESA E RIPOSO PER IL TRATTAMENTO DELL'AMS



# Male Acuto di Montagna: Trattamento

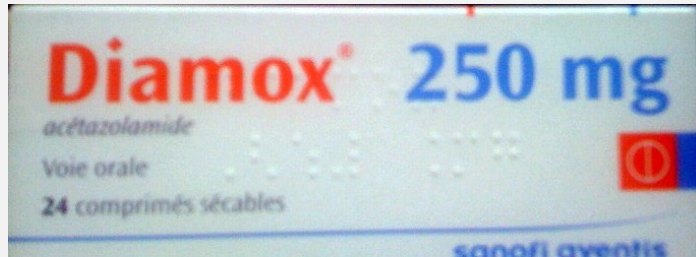
MAM moderato-severo:

Scendere > 500 metri o comunque all'ultima quota ove il soggetto era asintomatico.



# ACETAZOLAMIDE

## INIBITORE DELL'ANIDRASI CARBONICA



# ACETAZOLAMIDE - DIAMOX®

INIBITORE DELL' ANIDRASI  
CARBONICA

Facilita l' escrezione dei bicarbonati  
Riduce l' alcalosi respiratoria  
Aumenta la frequenza respiratoria

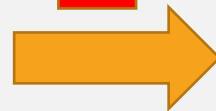


⬆️ Ventilazione

⬆️ ⬇️ Respiro periodico

⬆️ ⇒ ⬆️ PaO<sub>2</sub>

Effetto diuretico e ipotensivante  
Allergia ai Sulfamidici  
Effetti negativi



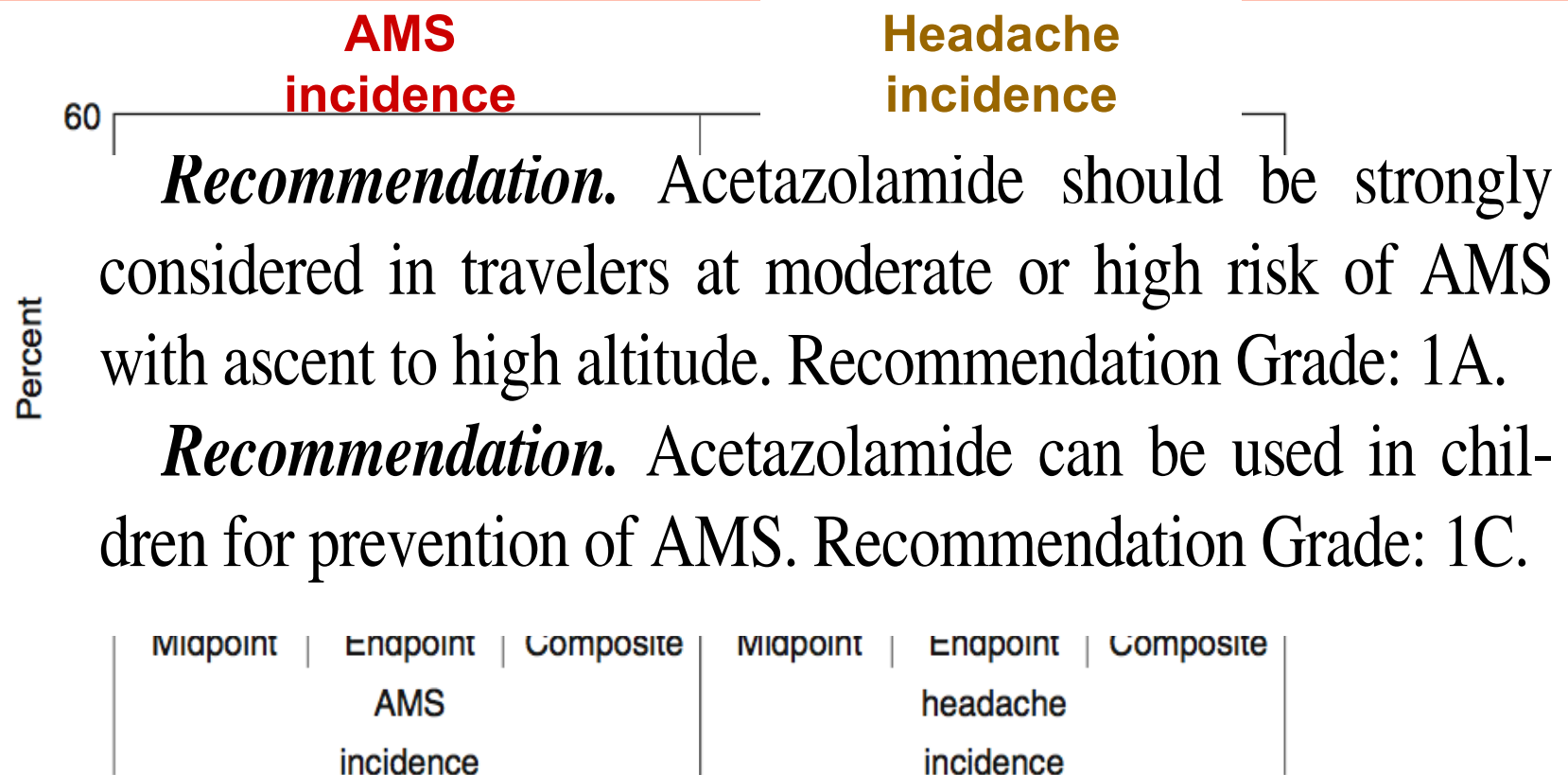
Riduce l' incidenza di MAM  
Migliora il sonno  
Limita edemi sottocutanei

Ipotensione e malessere  
Rischio di colica renale  
Ritardo di acclimatemento  
Sapore metallico delle bevande  
gassate  
Formicolio agli arti e peribuccale  
alle basse temperature  
**Questione etica!**

Qualche giorno prima del trekking, è opportuno testare la reazione individuale  
con un'assunzione unica

# ACETAZOLAMIDE PER LA PROFILASSI AMS

Placebo controlled study in Trekkers ascending to Mt Everest base camp (5350m)



WILDERNESS MEDICAL SOCIETY PRACTICE GUIDELINES

# Wilderness Medical Society Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Acute Altitude Illness: 2019 Update

Andrew M. Luks, MD<sup>1</sup>; Paul S. Auerbach, MD, MS<sup>2</sup>; Luanne Freer, MD<sup>3,4,5</sup>; Colin K. Grissom, MD<sup>6,7</sup>; Linda E. Keyes, MD<sup>8,9</sup>; Scott E. McIntosh, MD, MPH<sup>10</sup>; George W. Rodway, PhD, APRN<sup>11</sup>; Robert B. Schoene, MD<sup>12</sup>; Ken Zafren, MD<sup>2,13</sup>; Peter H. Hackett, MD<sup>14</sup>

***Recommendation.*** Acetazolamide should be considered for treatment of AMS. Recommendation Grade: 1C

AMS treatment<sup>b</sup>

Oral

250 mg every 12 h

Pediatrics: 2.5 mg·kg<sup>-1</sup> every

12 h (maximum: 125 mg per dose)

# DESAMETASONE

## PROFILASSI FARMACOLOGICA E TRATTAMENTO AMS

### Desametasone

#### ➤ Meccanismi

- ⬇ Sintesi citochine
- ⬆ Trasporto cellulare  $\text{Na}^+$

#### ➤ Effetti

- ⬇ Leak capillare
- ⬆ Diuresi (tubuli renali)
- ⬆ Riassorbimento di acqua (spazio alveolare)
- ⇒ ⬇ disfunzione centrale
- ⇒ ⬆  $\text{PaO}_2$

**Profilassi: 2 mg ogni 6 ore o  
4 mg ogni 12 ore**

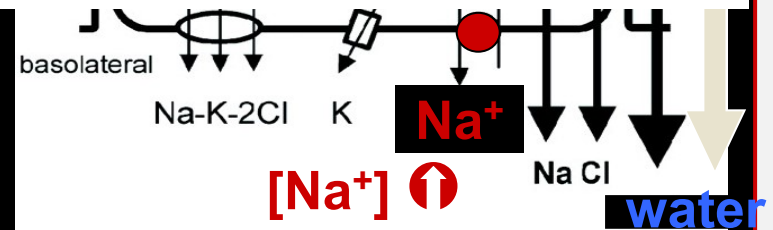
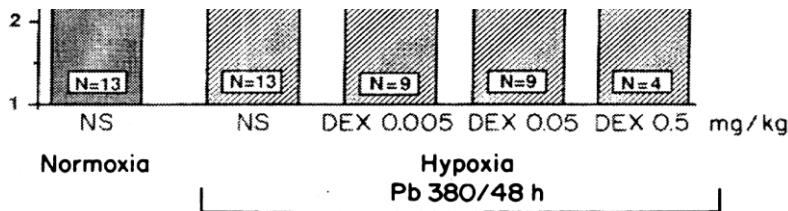
**Terapia nell' AMS moderato o grave:**

**Desametasone per os o im:**

**-8 mg seguito da 4 mg ogni 6 ore**

# DESAMETASONE: MECCASIMI SULLO SCAMBIO DEL GAS

Dexamethasone	AMS, HACE prevention	Oral	2 mg every 6 h or 4 mg every 12 h <sup>a</sup>
			Pediatrics: Should not be used for prophylaxis
	AMS, HACE treatment	Oral, IV, IM	AMS: 4 mg every 6 h
			HACE: 8 mg once, then 4 mg every 6 h
			Pediatrics: 0.15 mg·kg <sup>-1</sup> ·dose <sup>-1</sup> every 6 h (Maximum: 4 mg per dose)



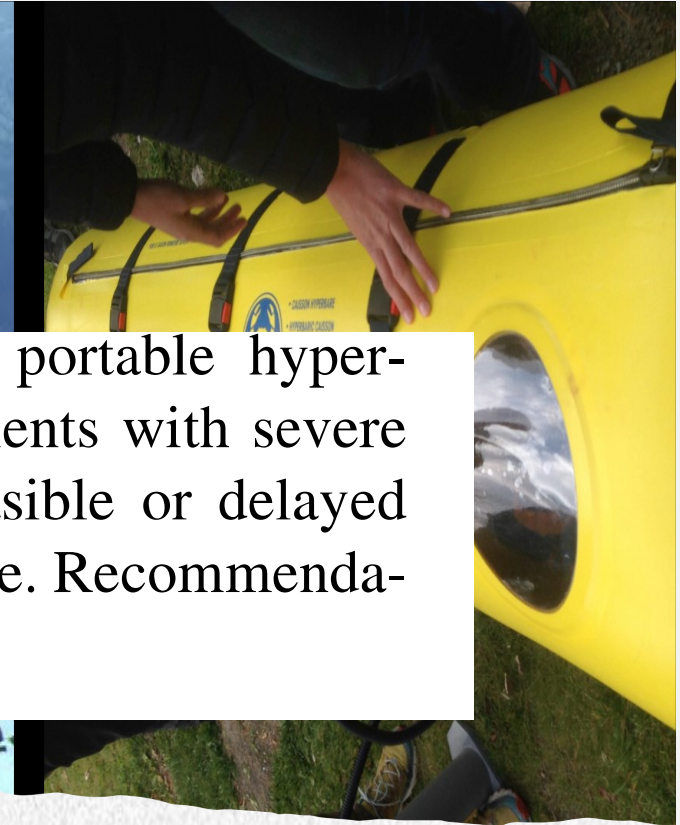
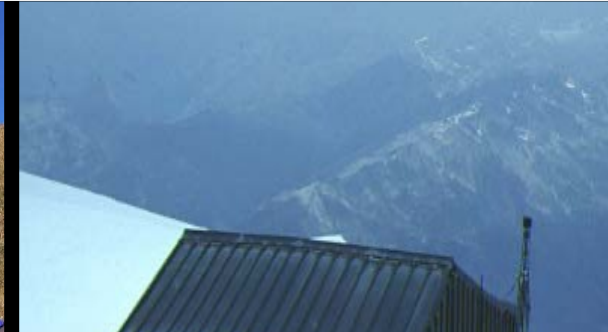
# Male Acuto di Montagna: Trattamento

Somministrare ossigeno supplementare o cassone iperbarico portatile.



- Camera pressurizzata
- Oblò di controllo
- Chiusura impermeabile
- Valvole
- Pompa a mano o a piedi

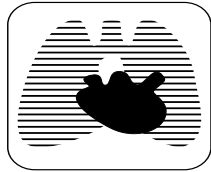




***Recommendation.*** When available, portable hyperbaric chambers should be used for patients with severe AMS or HACE when descent is infeasible or delayed and supplemental oxygen is not available. Recommendation Grade: 1B

Gamow Bag

Il meccanismo è di una rapida pressurizzazione con simulazione di una discesa tra 1500 e 2500 m



## Medication and Dosage Considerations in the Prophylaxis and Treatment of High-Altitude Illness\*

(CHEST 2008; 133:744–755)

Andrew M. Luks, MD; and Erik R. Swenson, MD

**Table 4—Summary of Recommendations for Primary Medications Used in the Treatment and Prevention of Altitude Illness**

Medications	Renal Insufficiency	Hepatic Insufficiency	Other Major Dosing Issues
Acetazolamide	Avoid use in patients with GFR < 10 mL/min, metabolic acidosis, hypokalemia, hypercalcemia, and hyperphosphatemia, or recurrent nephrolithiasis	Acetazolamide use is contraindicated	Avoid in patients receiving long-term high doses of aspirin or with ventilatory limitation (FEV <sub>1</sub> < 25% of predicted); caution in patients with documented sulfa allergy; avoid concurrent use of topiramate, potassium-wasting diuretics, and ophthalmic CAI
Dexamethasone	No contraindication and no dose adjustments necessary	No contraindication and no dose adjustments necessary	Expect elevated blood glucose values when used in diabetic patients; avoid in patients at risk for peptic ulcer disease or upper-GI bleeding; caution in patients at risk for amebiasis or strongyloidiasis
Nifedipine	No contraindication and no dose adjustments necessary	Best to avoid; if use is necessary, administer at reduced dose (10 mg bid) of sustained-release version	Caution in patients at risk for GI bleeding or with gastroesophageal reflux; caution in patients taking medications metabolized by CytP450 3A4 and 1A2 pathways; caution during concurrent use with other antihypertensive medications
Tadalafil	Dose adjustments necessary if GFR < 50 mL/min; if GFR is 30 to 50 mL/min, use 5-mg dose, maximum 10 mg in 48 h; if GFR is < 30 mL/min, no more than 5 mg	Child's class A and B: maximum 10 mg/d; Child's class C: do not use tadalafil	Increased risk of gastroesophageal reflux; caution in patients receiving medications metabolized by CytP450 3A4 pathway; avoid concurrent use of nitrates or $\alpha$ -blockers
Sildenafil	Dose adjustments necessary if GFR < 30 mL/min	Dose reductions recommended; starting dose is 25 mg tid; avoid use in patients with known esophageal or gastric varices	Increased risk of gastroesophageal reflux; caution in patients receiving medications metabolized by CytP450 3A4 pathway; avoid concurrent use of nitrates or $\alpha$ -blockers
Salmeterol	No contraindication and no dose adjustments necessary	Insufficient data; best to avoid the medication in these patients	Potential for adverse effects in patients with coronary artery disease prone to arrhythmia; avoid concurrent use of $\beta$ -blockers; avoid concurrent use of monoamine oxidase inhibitors or tricyclic antidepressants

# EDEMA CEREBRALE DI ALTA QUOTA

- Male Acuto di Montagna
- Edemi periferici
- Edema Cerebrale d'Alta Quota
- Edema Polmonare d'Alta Quota
- Emorragie Retiniche
- Disturbi Neurologici in Alta Quota
- Malattia cronica di Alta Quota

# IL CERVELLO E L'IPOSSIEMIA ACUTA

- ⬆ Flusso cerebrale
- ⬇ Alterata autoregolazione

## ⬆ permeabilità vascolare

⇒ edema vasogenico

edema del  
corpus callosum e dello splenium

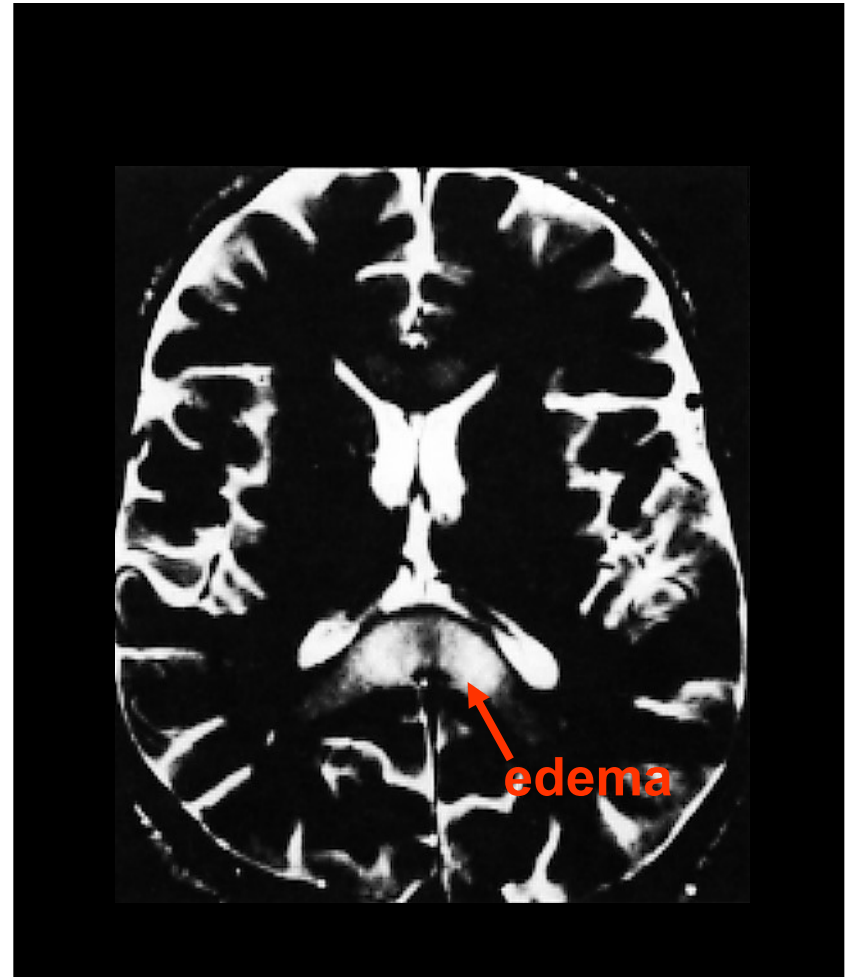
## ⬆ Edema intracellulare

⇒ edema citotossico

disfunzione mitocondriale

acidosi lattica

$O_2^-$ , NOx



# L'edema cerebrale d'alta quota



## Condizioni di insorgenza:

Nel periodo di acclimatamento : da 3500 a 5000 m

o

Ad altissima quota intorno ai 7000 m

**Prevalenza: 0,5-1% tra 4200-5500**

## Fattori favorenti :

- mancanza di acclimatamento
- stato di mal di montagna

# L'edema cerebrale d'alta quota: segni clinici



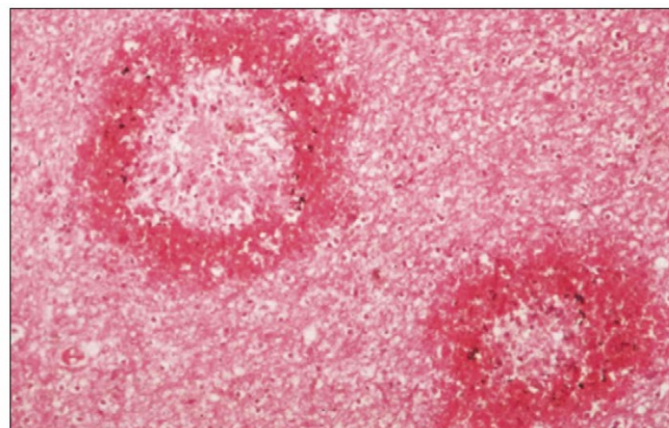
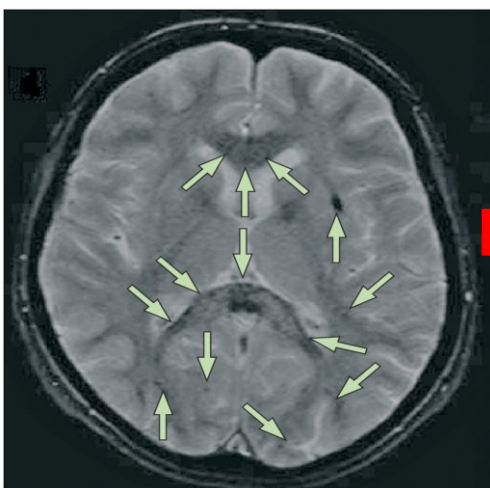
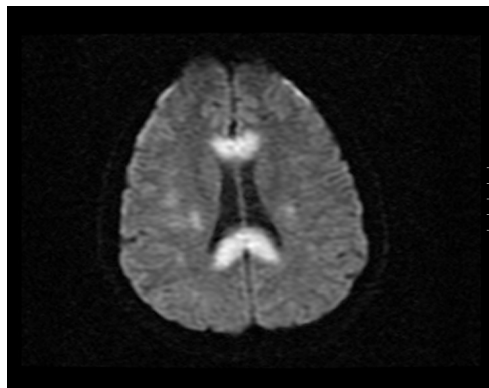
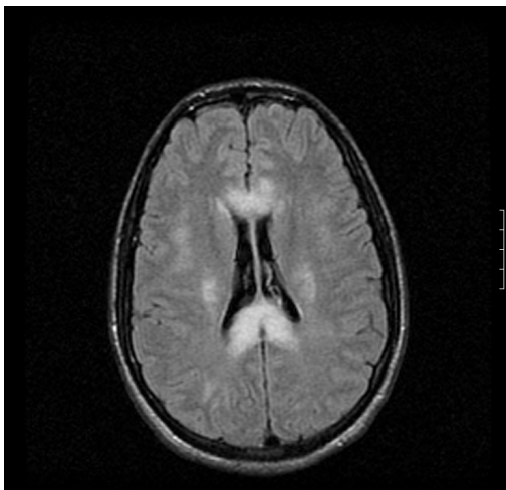
## Quadro di ipertensione endocranica

- Mal di testa resistente a trattamento analgesico
- Vomito a getto
- Atassia della marcia
- Cambio d'umore
- Diplopia
- Delirio e/o Allucinazioni

## Evoluzione

- Guarigione rapida se si scende di quota
- Perdita di conoscenza seguita da decesso (nel 60% dei casi )

# DIAGNOSI STRUMENTALE HACE



## Optic nerve sheath diameter correlates with the presence and severity of acute mountain sickness: evidence for increased intracranial pressure

**Peter J. Fagenholz,<sup>1,2</sup> Jonathan A. Gutman,<sup>1,3</sup> Alice F. Murray,<sup>1,4</sup> Vicki E. Noble,<sup>5</sup>  
Carlos A. Camargo, Jr.,<sup>5</sup> and N. Stuart Harris<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Himalayan Rescue Association, Pheriche Clinic, Spring Season 2006, Nepal; <sup>2</sup>Department of Surgery, Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts; <sup>3</sup>Division of Medical Oncology, University of Washington, Fred Hutchinson Cancer Research Center, Seattle, Washington; <sup>4</sup>Emergency Department, New Royal Infirmary of Edinburgh, Edinburgh, United Kingdom; and <sup>5</sup>Department of Emergency Medicine, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts

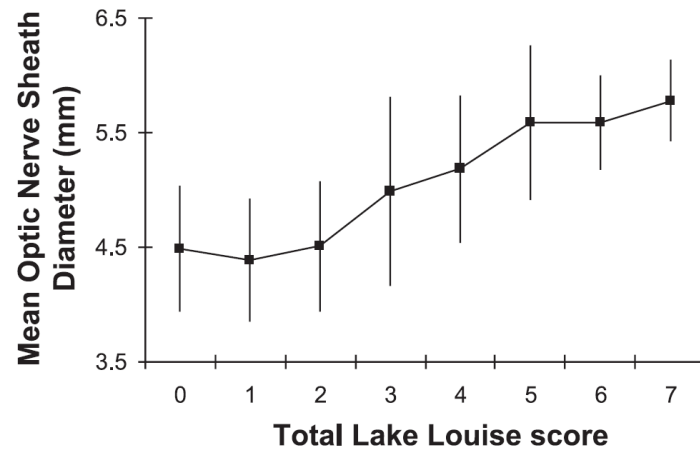
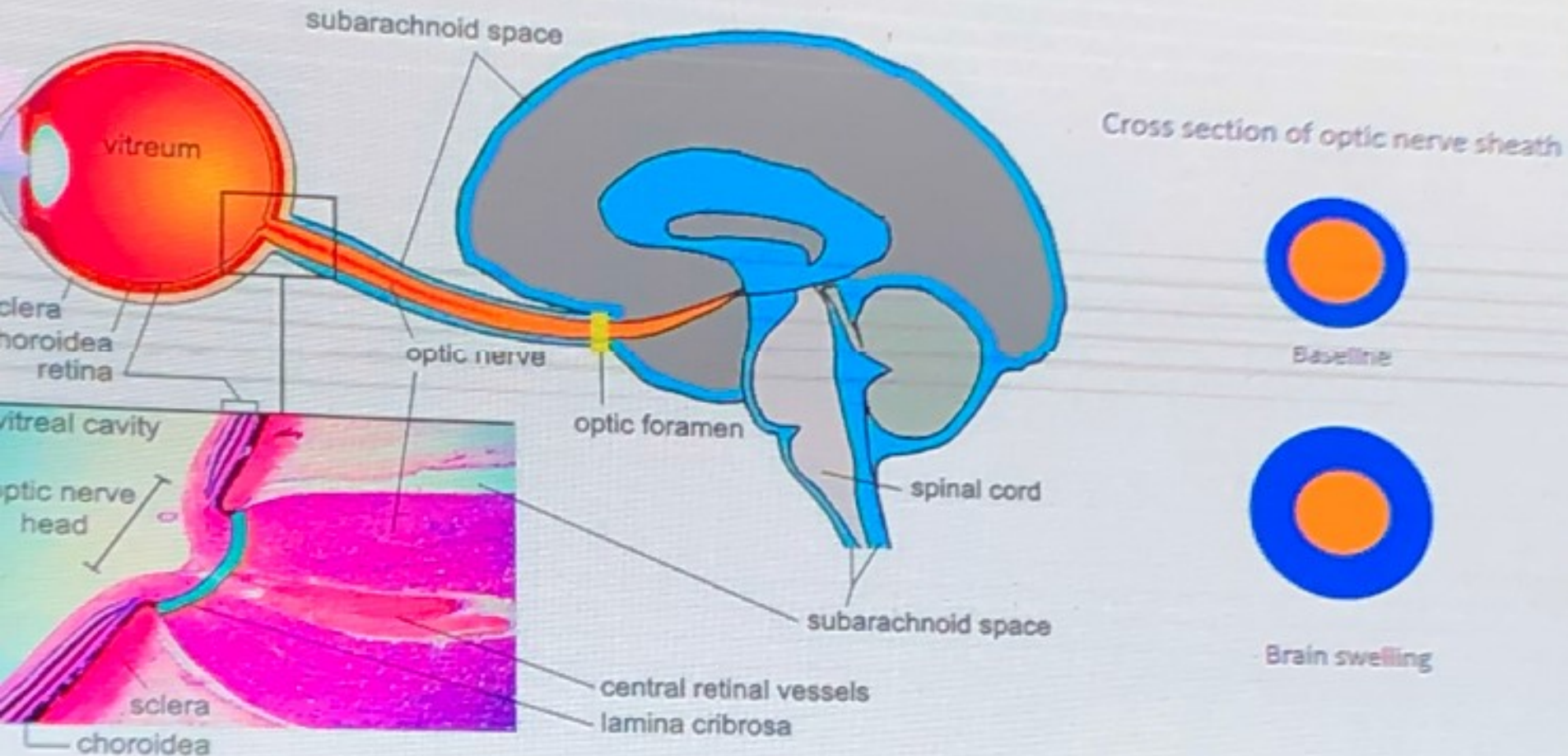
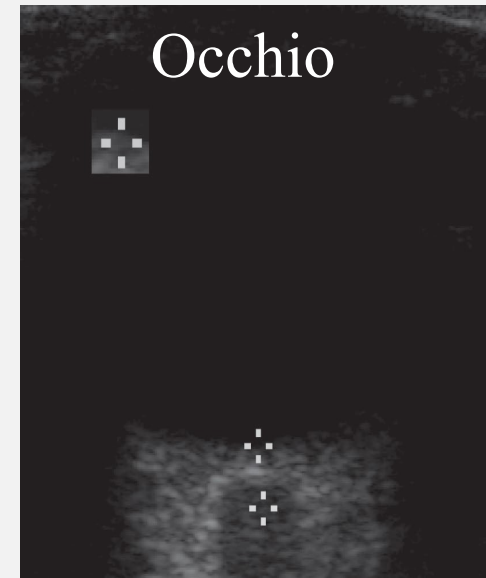


Fig. 2. Relationship between Lake Louise score and optic nerve sheath diameter (ONSD). Data from 287 subjects in Pheriche, Nepal. The upward trend in ONSD starts at a Lake Louise score of 3, the threshold for acute mountain sickness (AMS). Whiskers denote the SD. For all data,  $P$  for trend  $< 0.001$ .

# Razionale: Ecografia del Nervo Ottico



# Optic nerve sheath diameter



# Optic nerve echo



# L' edema cerebrale d' alta quota trattamento

## Reossigenazione:

- Discesa di 500-1000 m
- Cassone iperbarico
- Ossigeno: 2-4 l/min



## Farmaci :

### Desametasone:

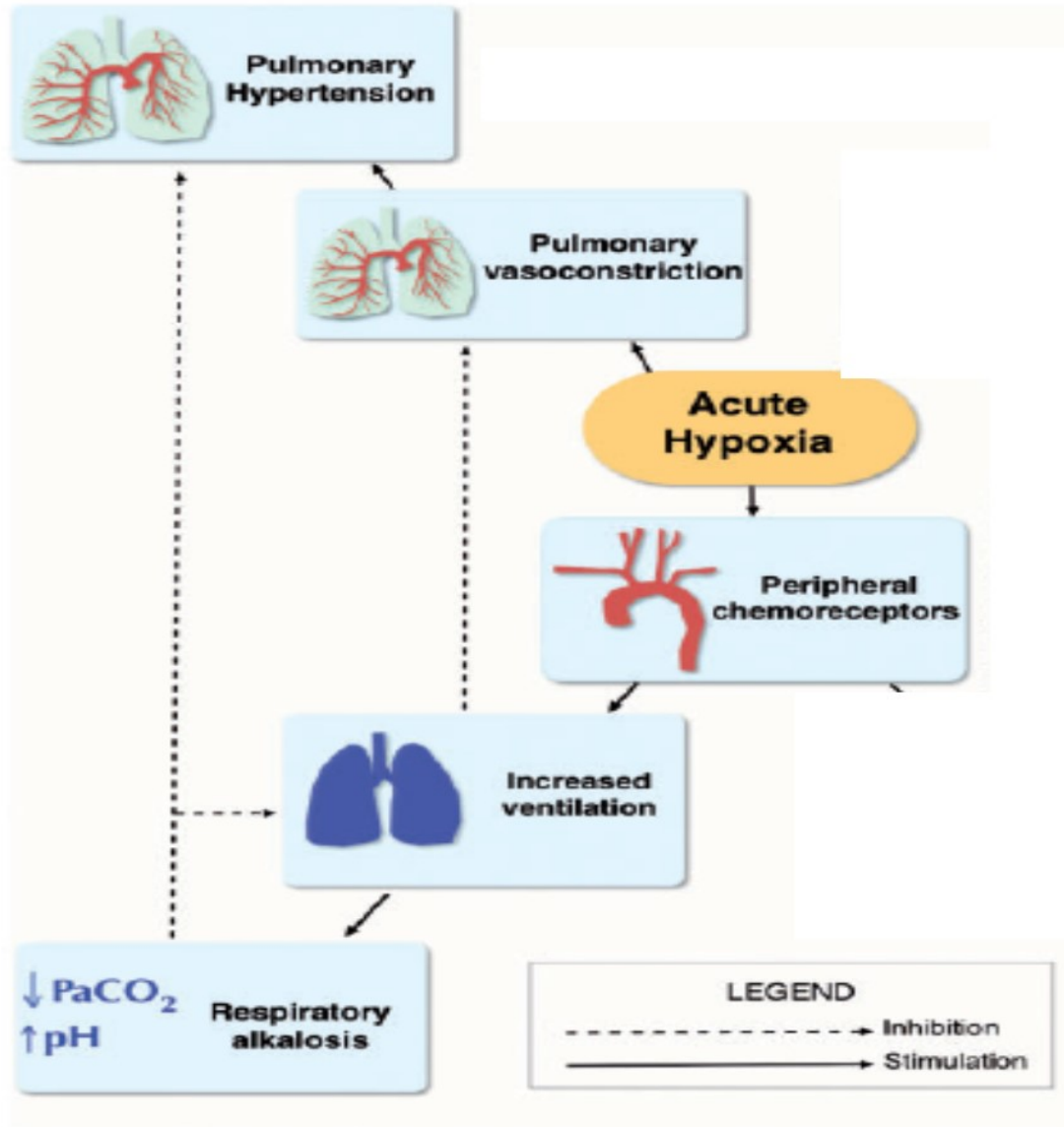
Adulto: (os, im, ev) 8 mg seguito da 4 mg ogni 6 ore

Bambino:  $0,15 \text{ mg} \times \text{Kg}^{-1} \times \text{dose}^{-1}$  ogni 6 ore (massimo 4 mg x dose)

In caso di nuova ascesa: acetazolamide 250 mg x 2/die

# RISPOSTE FISIOLOGICHE ALL'IPOSSIA

*Parati G Eur Heart J 2018*



APPARATO  
RESPIRATORIO

# PRESSIONE ARTERIOSA POLMONARE

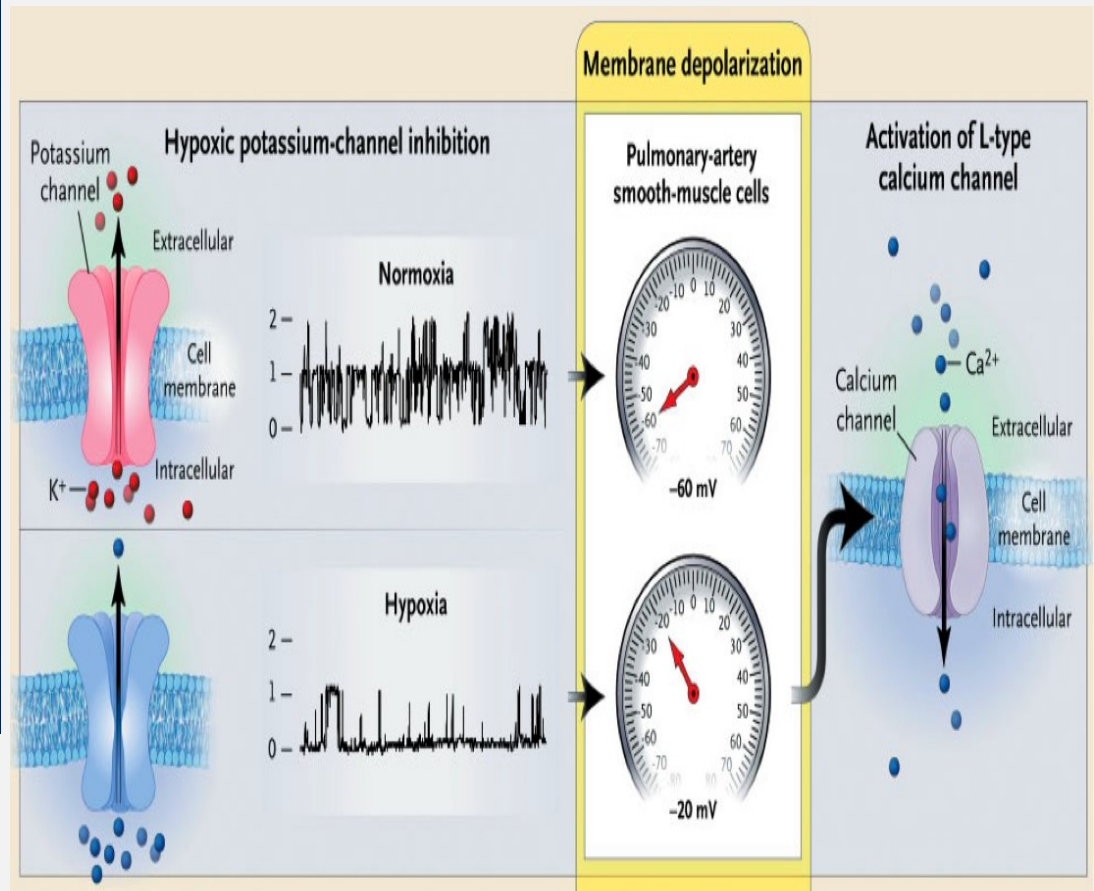
Ipossia alveolare e ipossiemia  
arteriosa



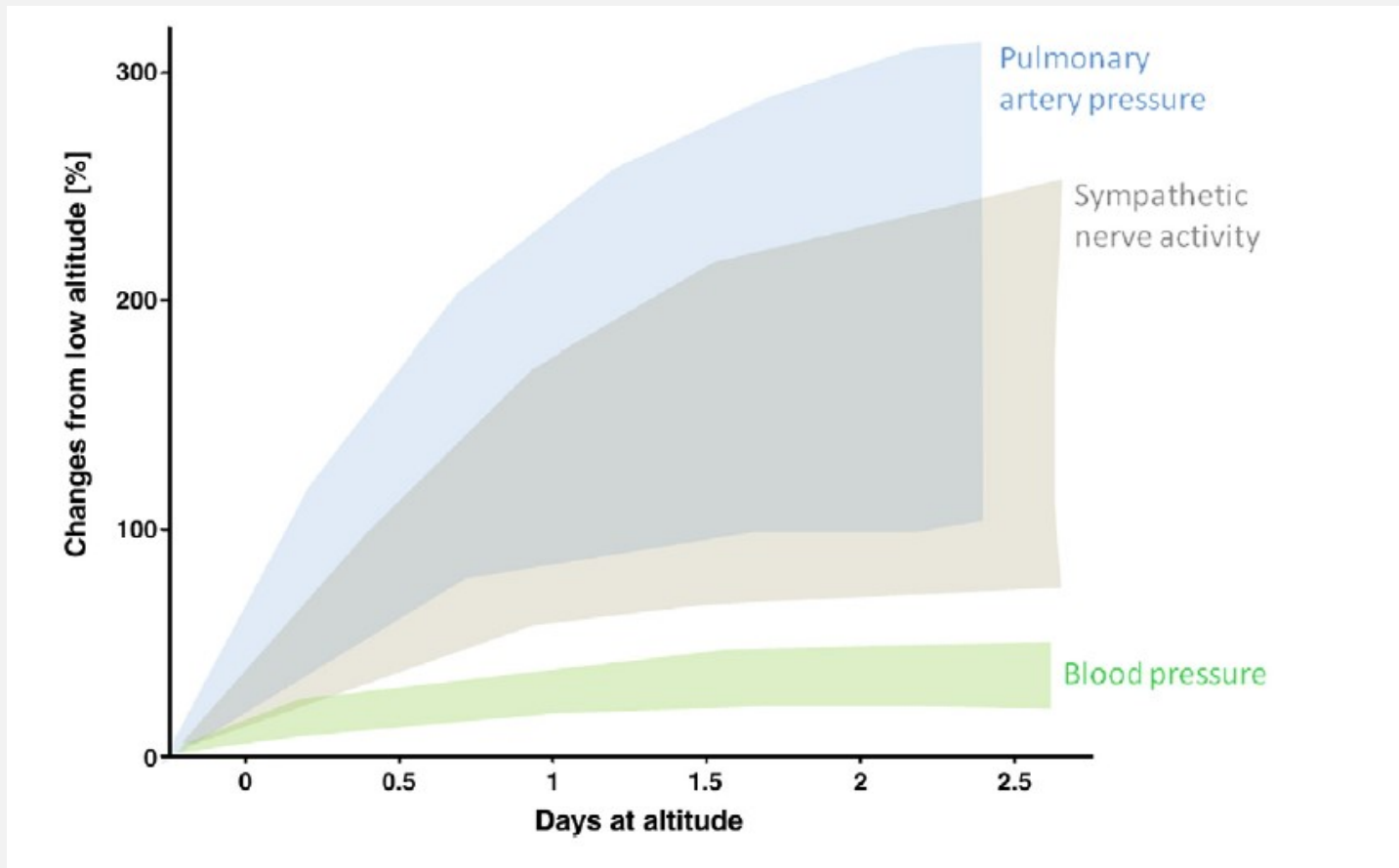
Vasocostrizione polmonare



Aumentata resistenza vascolare  
e pressione polmonare



# RANGE DI RISPOSTA DELLA PASP, ATTIVITÀ SIMPATICA E PA NEI PRIMI 2 GG A 4500 M

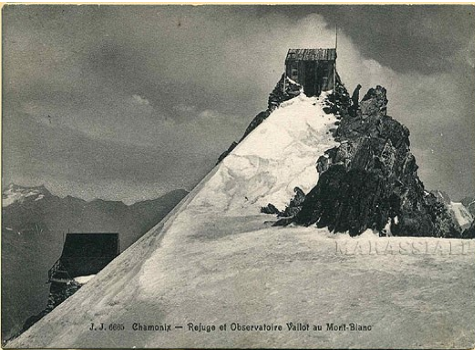


# Malattie legate all'alta quota

- Male Acuto di Montagna
- Edemi periferici
- Edema Cerebrale d'Alta Quota
- Edema Polmonare d'Alta Quota
- Emorragie Retiniche
- Disturbi Neurologici in Alta Quota
- Malattia cronica di Alta Quota

# Dr Jacottet ( † 1892)

## Osservatorio Vallot (4520 m)



“ Vigoureuse constitution, nombreuses lividités, cyanose marquée des lèvres, du visage, des extrémités, cerveau très-bien constitué. Meninges notamment congestionnées. Pas d'adhésions. Vaisseaux de la pie mère augmentés de volume et gorgés de sang. État piqueté de la substance grise, et blanche. Rien de particulier dans les centres, si ce n'est toujours l'état congestif secondaire à un état asphyxique.

“ *Thorax*. Pas d'adhérences, pas d'épanchement.

“ *Cœur* normal, valvules suffisantes. Les cavités pleines de caillots.

“ *Poumon* couleur violet, gonflé, foncé, congestion bilatérale, œdème considérable, muqueuse bronchique injectée fortement. Le liquide de la coupe est écumeux. Congestion égale partout. Foie, rate, reins normaux. Pas d'œdème des jambes.”

Mosso, *Fisiologia dell'uomo sulle Alpi*.

27

è morto di bronchite capillare e di polmonite lobulare. La causa più immediata della morte sarebbe dunque stato un catarro soffocante accompagnato da edema acuto del polmone.

# EDEMA POLMONARE DI ALTA QUOTA PRIMO RICONOSCIMENTO

478

THE NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE

Sept. 8, 1960

## ACUTE PULMONARY EDEMA OF HIGH ALTITUDE\*

CHARLES S. HOUSTON, M.D.†

ASPEN, COLORADO

**M**OUNTAINEERS have from time to time reported cases of rapid death attributed to pneumonia, occurring most often in healthy, active persons engaged in strenuous activity at altitudes from 14,000 feet upward. Most of the reports, by nonmedical authors, have appeared in lay publications. The course of the disease has been too fulminating and has not responded to adequate antibiotics to be typical of

### CASE REPORT

On December 28, 1958, 2 healthy 21-year-old college students began a crosscountry ski trip from Aspen, Colorado (altitude, 7900 feet). During the next 2 days they carried packs weighing 40 to 50 pounds over a 12,000-foot pass in deep snow and cold weather. On December 30 R.C., the patient, noted dyspnea, weakness and cough. On December 31 these symptoms were so severe that he was unable to proceed. His companion left him in a tent and sought help, which reached him late on January 1. At that time he

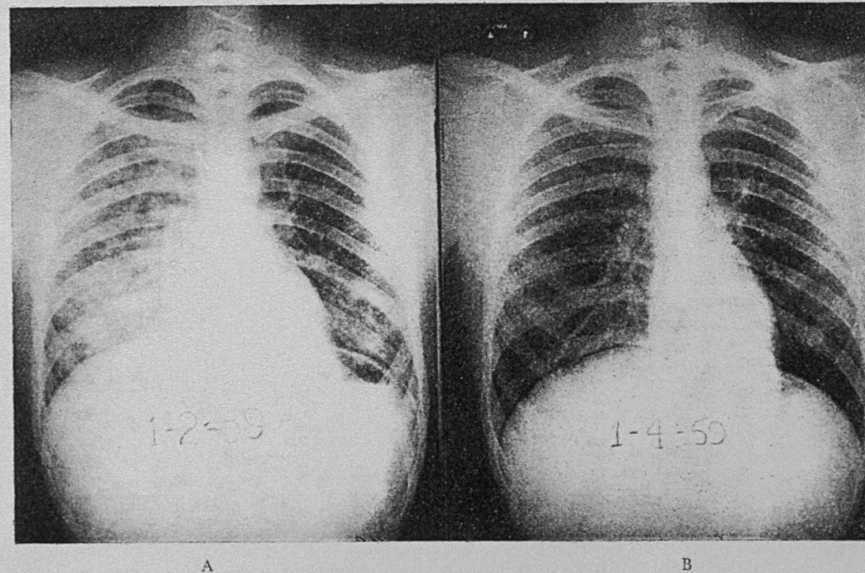
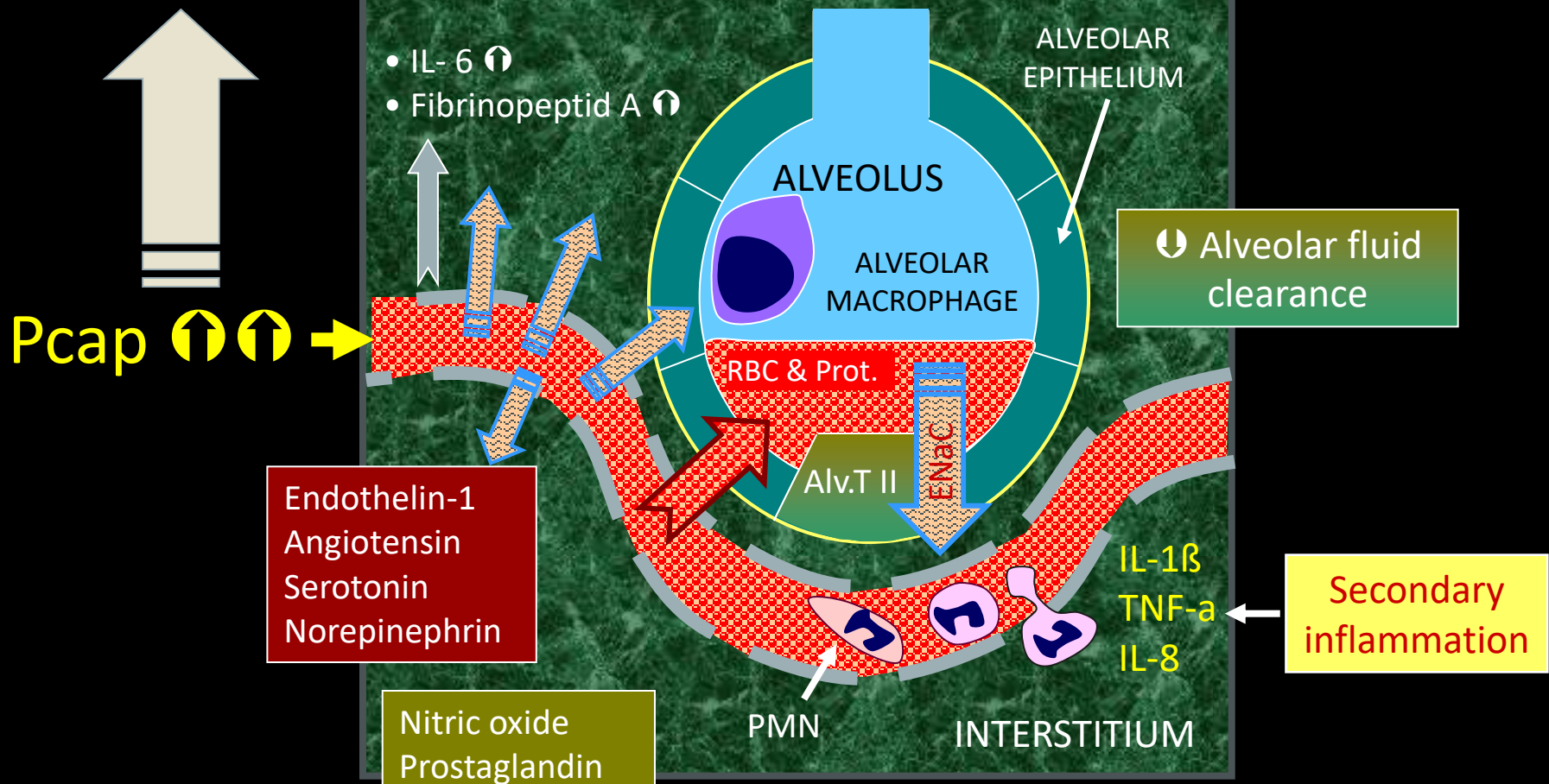


FIGURE 1. Films of the Chest Taken during the Acute (A) and Convalescent (B) Phases, Showing Pulmonary Edema.

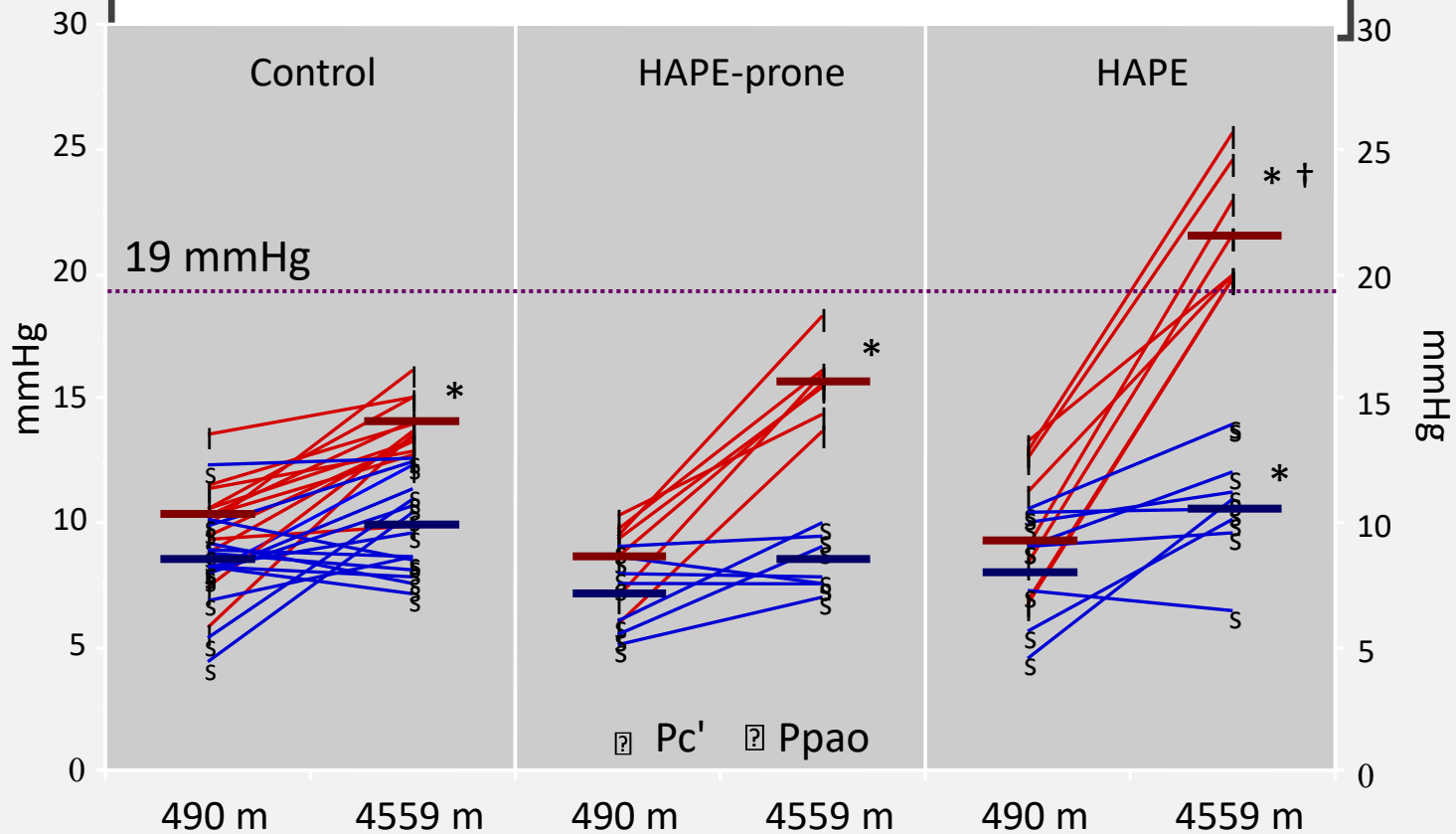
# PATOFISIOLOGIA DELL'HAPE

## ENDOTHELIUM

- Progressive Stress failure



# VASOCOSTRIZIONE POLMONARE



\* p < 0.05 vs 490m † p < 0.05 vs control and HAPE-prone

# PATOFISIOLOGIA DELL'HAPE

## ENDOTHELIUM

- Progressive Stress failure



# ENDOTHELIUM Progressive Stress failure

• IL-6 ↑

ALVEOLAR  
EPITHELIUM

Alveolar fluid  
transudate

Endothelin-1  
Angiotensin  
Serotonin  
Norepinephrin

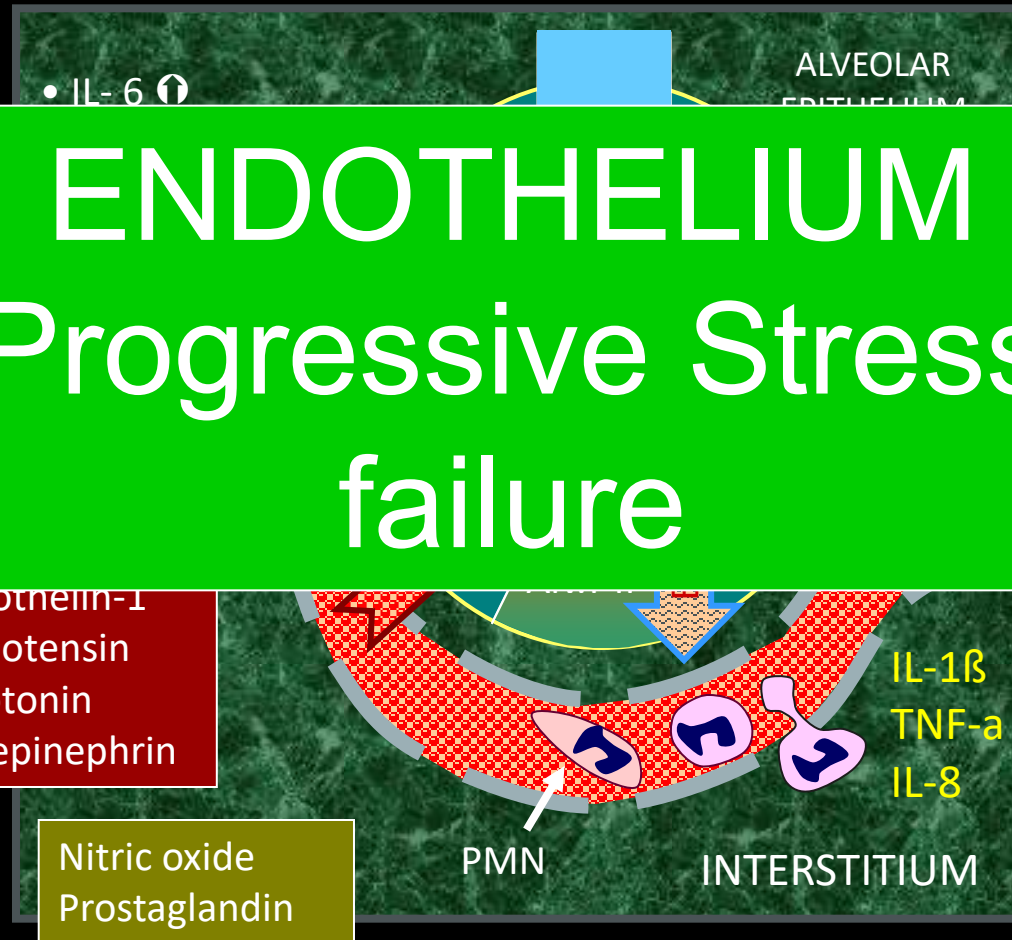
Nitric oxide  
Prostaglandin

IL-1 $\beta$   
TNF- $\alpha$   
IL-8

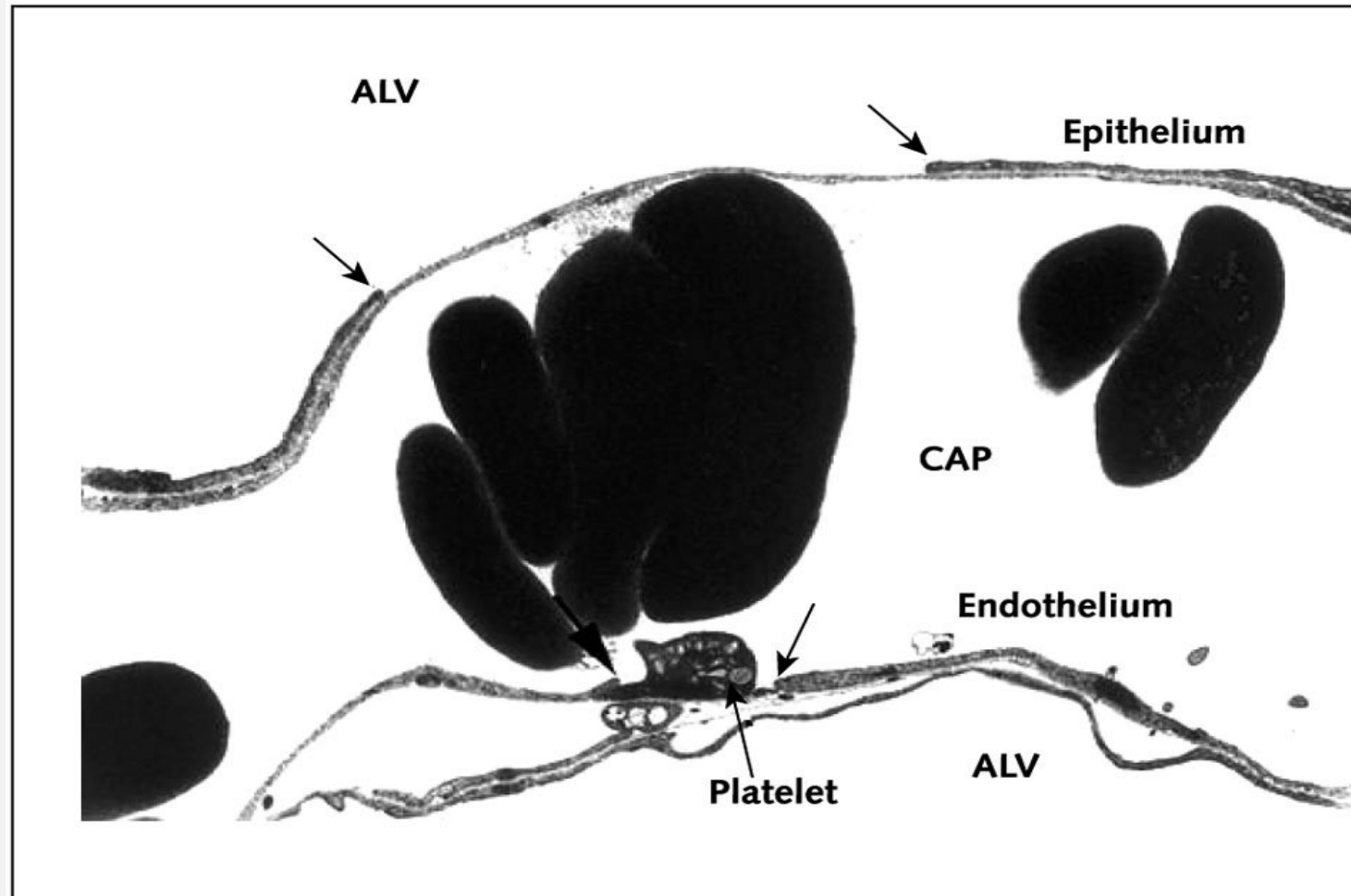
Secondary  
inflammation

PMN

INTERSTITIUM



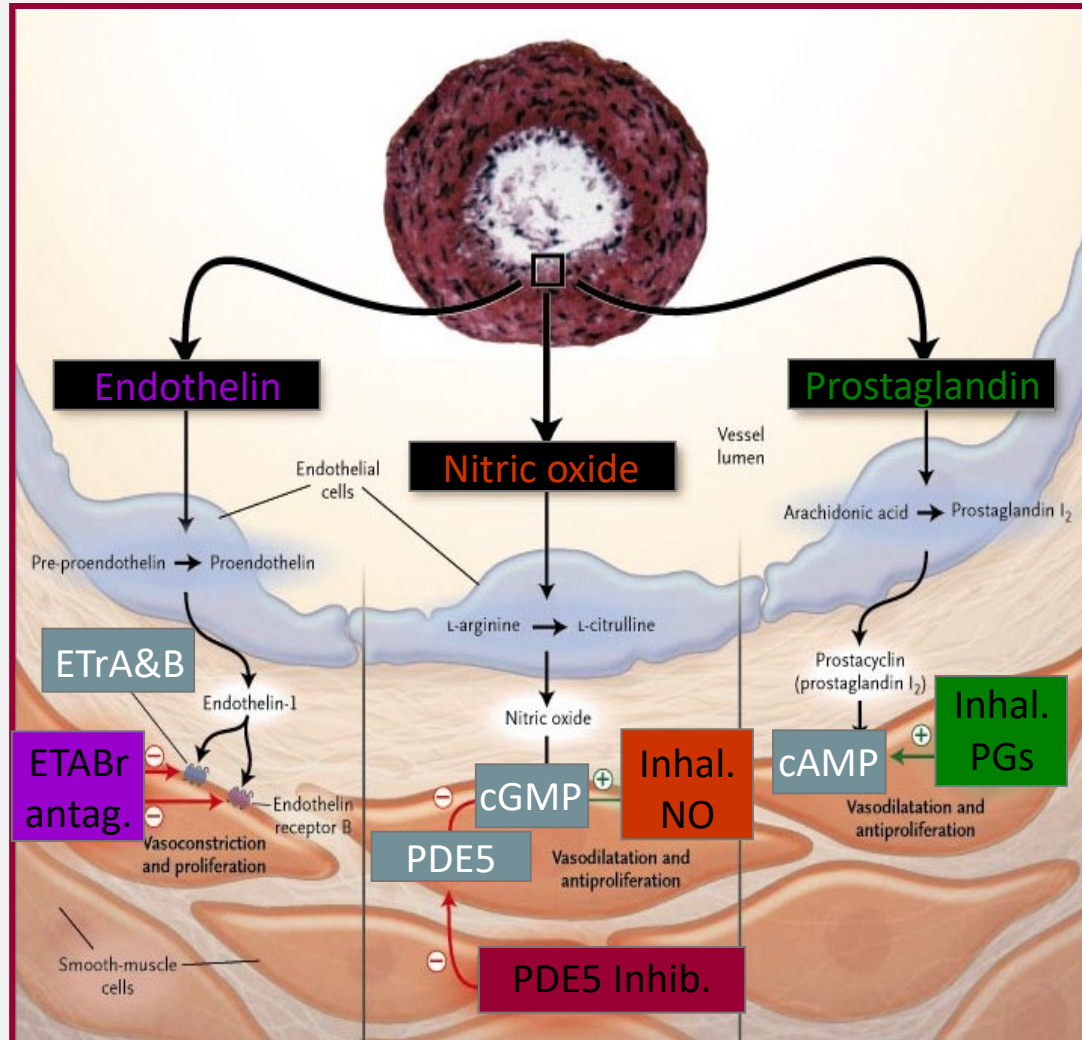
# ULTRASTRUCTURAL CHANGES IN THE WALL OF A PULMONARY CAPILLARY WHEN THE CAPILLARY HYDROSTATIC PRESSURE IS RAISED



30-44 mmHg

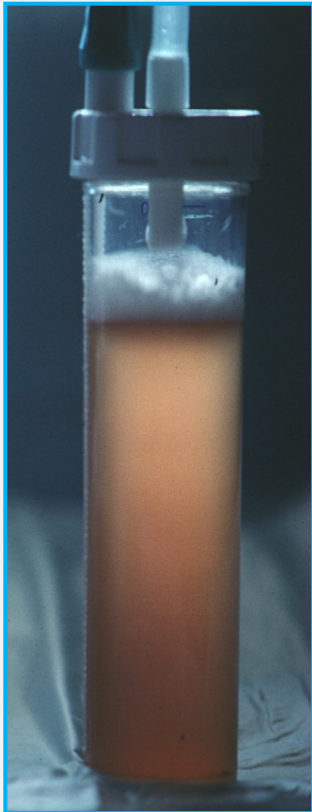
*West J. JAP 1993*

# SQUILIBRIO FRA VASODILATATORI E VASOCOSTRITTORI



# LAVAGGIO BRONCOALVEOLARE

- BAL effettuato a 490 m e dopo 24 ore dall'arrivo a 4559 m



		<i>n</i>	<i>AM</i> %	<i>PMN</i> %	<i>RBC</i> %	<i>Albumin</i> µg/ml	<i>IL-8</i> pg/ml	<i>LTB4</i> ng/ml
<b>Controls</b>	<i>LA</i>	11	94	1	1	34	0.10	547
	<i>HA</i>	11	93	0	6	42	0.18	499
<b>HAPE-s</b>	<i>LA</i>	10	95	0	4	29	0.05	521
<b>without edema</b>	<i>HA</i>	7	92	0	51 *	127 *	0.19	537
<b>with edema</b>	<i>HA</i>	3	85	1	74 *	402 *	0.16	512

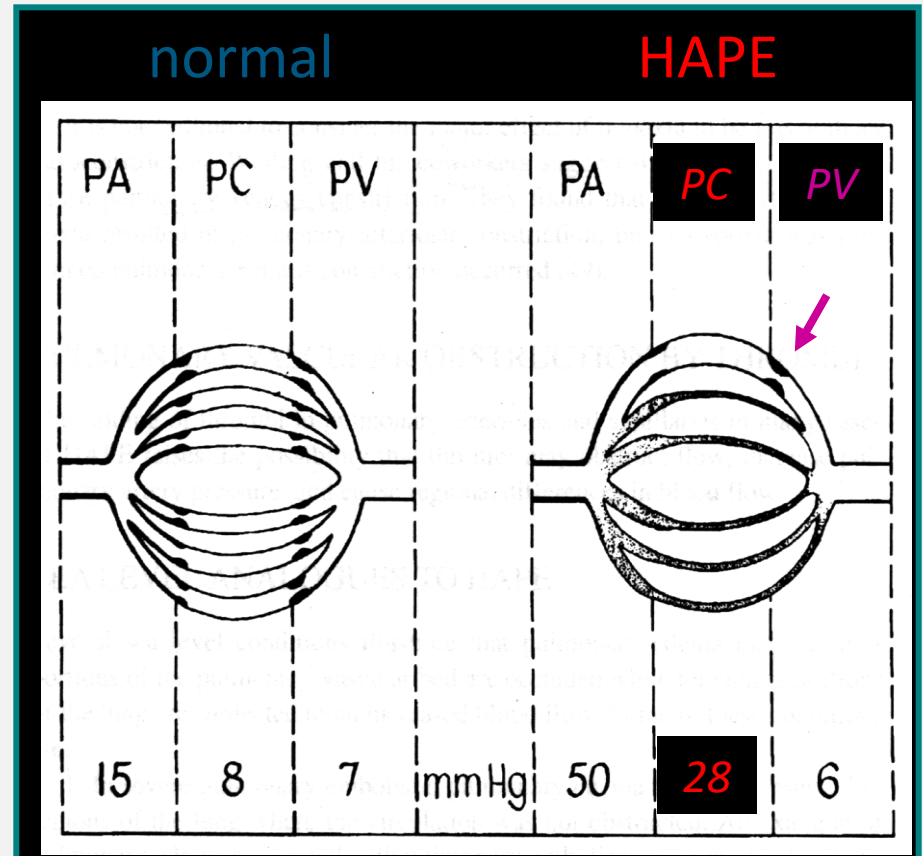
\* p < 0.05 vs. controlli

# IPERPERFUSIONE DEI CAPILLARI POLMONARI E VENOCOSTRIZIONE

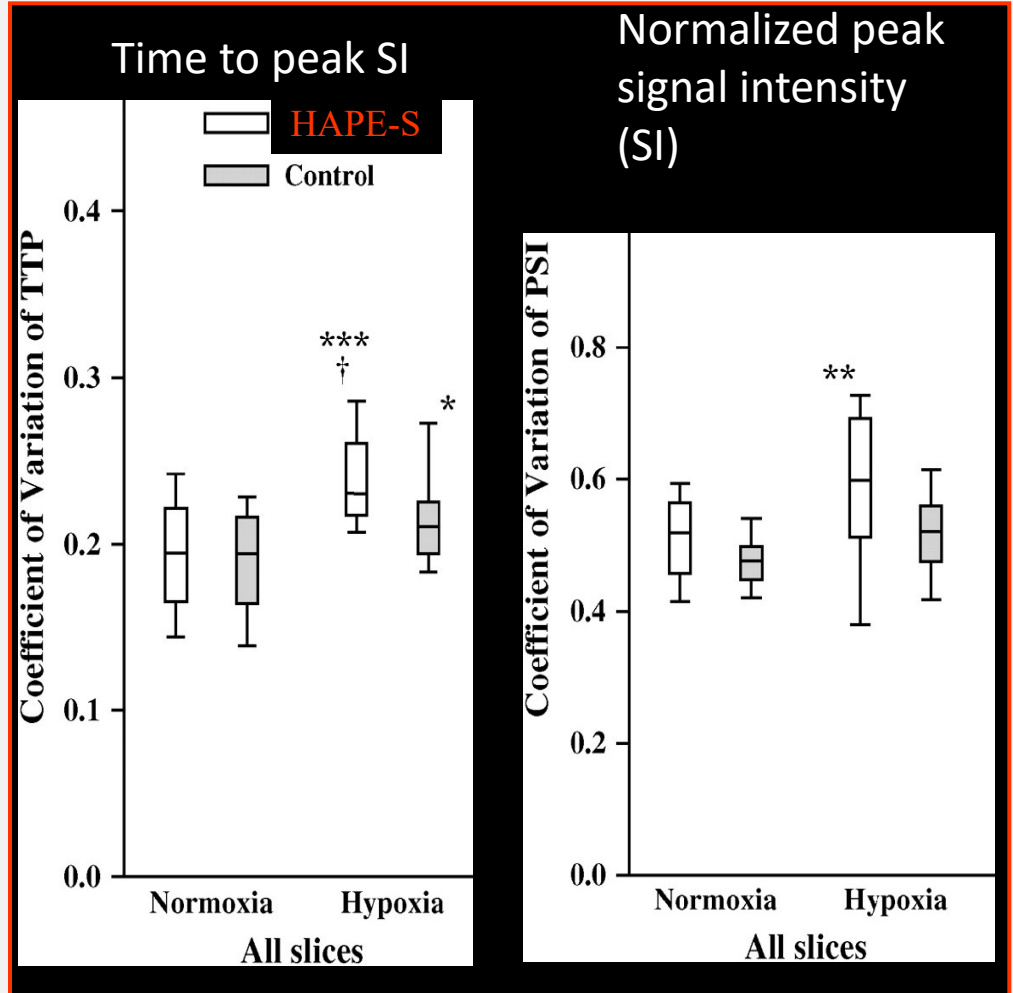
## Meccanismi

- Vasocostrizione arteriosa e /o venosa
- Alta pressione e flusso in aree non protette
- dilatazione dei piccoli capillari
- Passaggio di acqua, albumina e globuli rossi

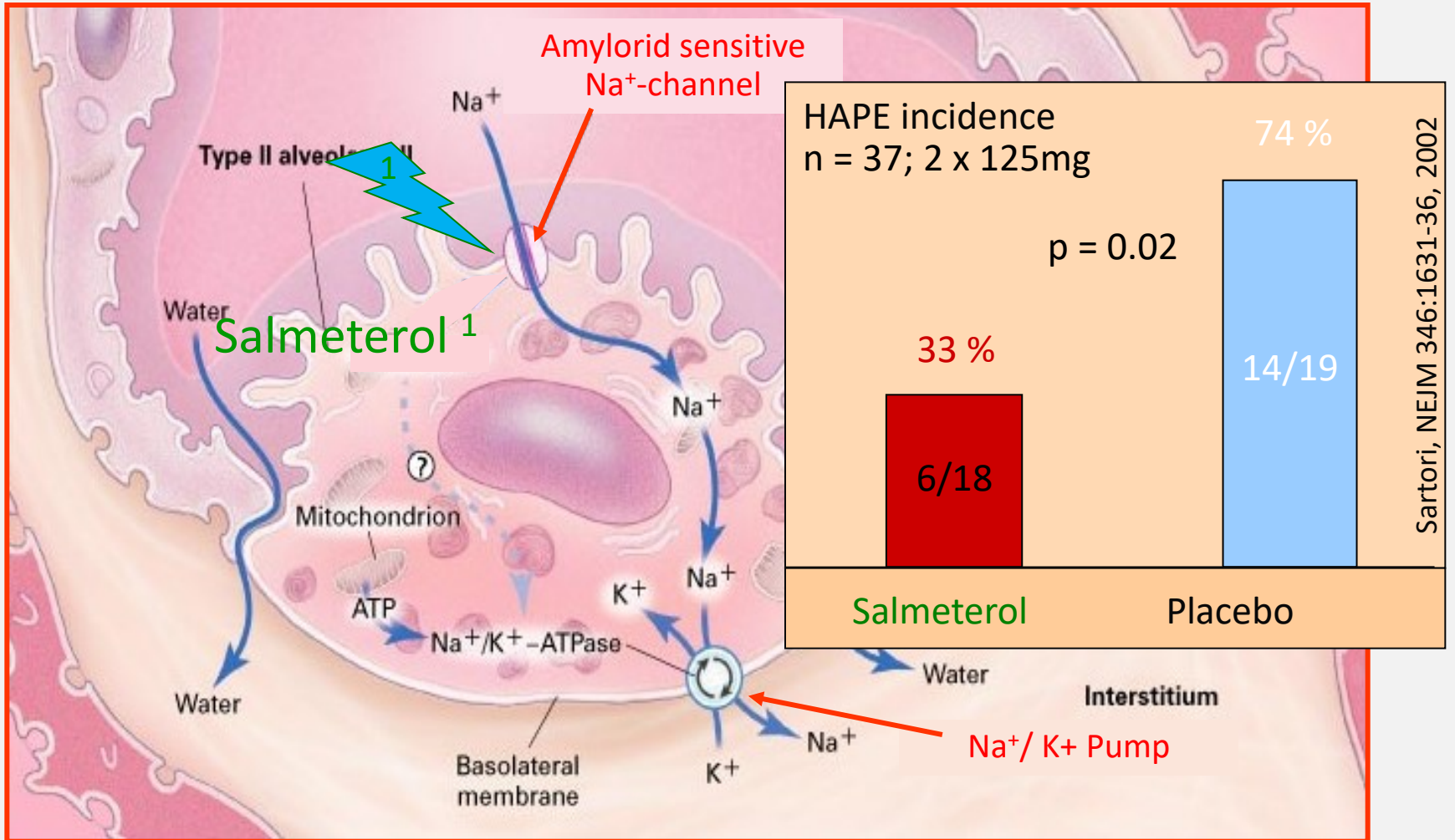
## Circolazione polmonare



# DISTRIBUZIONE POLMONARE A PATCH

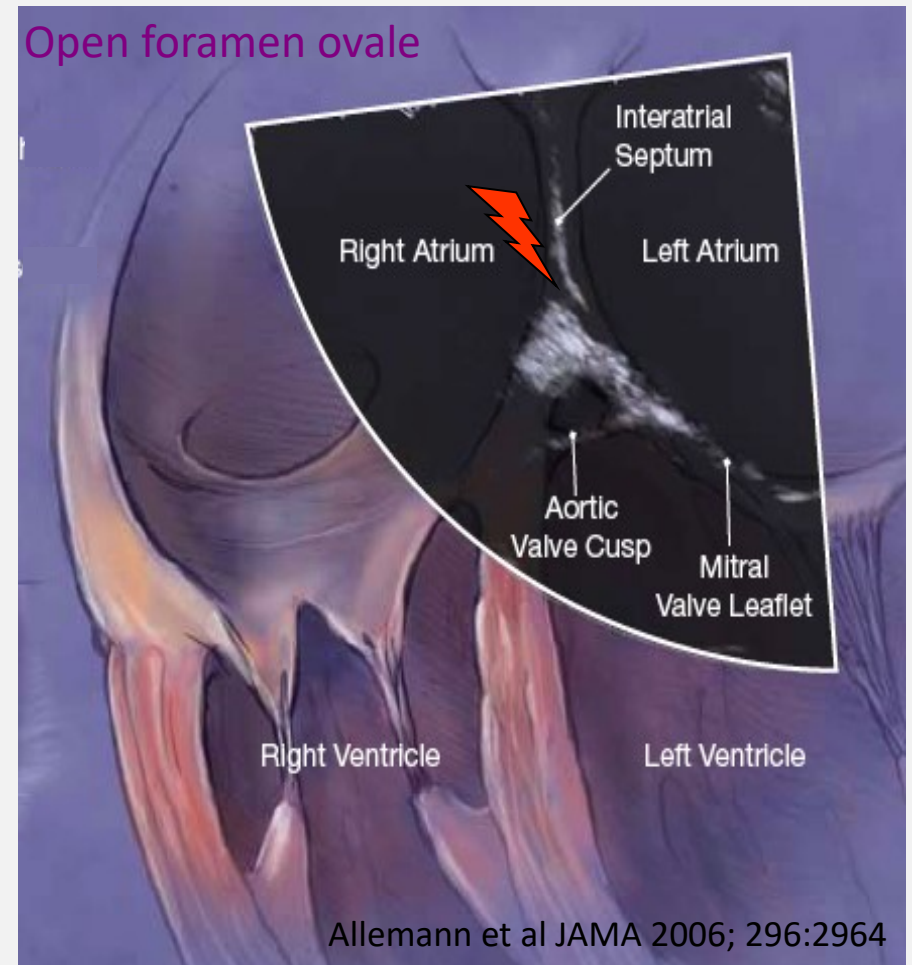


# CONTRIBUTO NON EMODINAMICO ALL'HAPE



# FATTORI ASSOCIATI AD AUMENTATO RISCHIO DI HAPE

- Suscettibilità individuale
- Forame ovale pervio
- Atresia e/o ipoplasia dell'arteria polmonare
- Ipertensione polmonare a bassa quota
- Embolia polmonare
- Infiammazione sistemica
- Esercizio Fisico Intenso

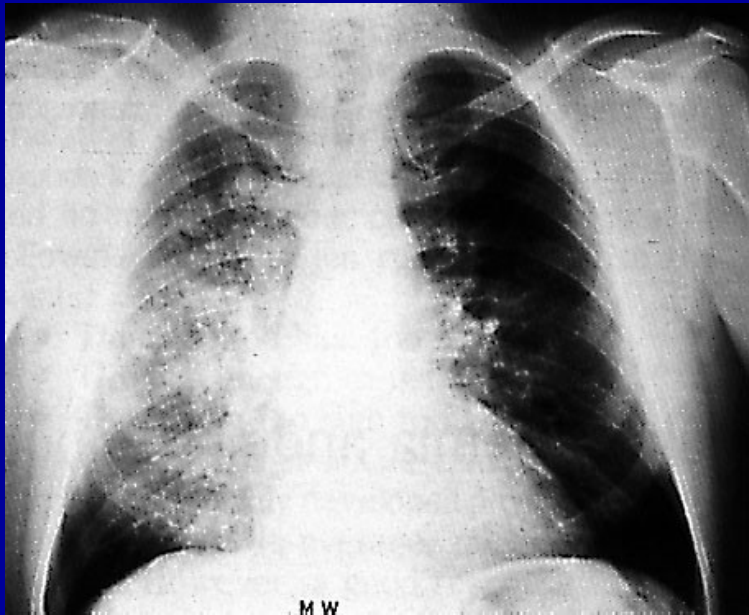


# Prevalenza HAPE

- Frequentatori della montagna (ascensioni  $\geq 3$  giorni) <0.2%
- Sciatori Nelle Rocky mountains (Colorado) 0.01-0.1%
- Trekkers in Nepal quota 4200 m 4%
- Soldati Indiani portati a 5500 m con l'aereo 2-15%
- Alpinisti alla capanna Margherita (4559m)
  - Ascensione in 2-4 giorni 4%
  - Ascensione in 24 h
  - Controlli 6%
  - Storia di HAPE 60-70%



# L' edema polmonare d' alta quota



- Si manifesta > 2500 m entro 1-5 giorni dall'arrivo
- Principale causa di decesso in alta quota
- Mortalità : 44% se non si provvede a scendere di quota o senza trattamento
- Prevenzione efficace
- Trattamento medico efficace



# L' Edema polmonare d' alta quota

## Circostanze di insorgenza :

- da 2000 m a 7000 m, molto frequente a partire dai 5000 m
- Sopraggiunge nei primi 3 giorni
- Più frequente in soggetti giovani

## Fattori favorenti :

- mancanza di acclimatemento
- esercizio intenso
- infezioni vie respiratorie
- predisposizione personale

# Diagnosi di HAPE

- Clinica
- Saturazione di O<sub>2</sub>
- Rx Torace
- Eco Polmonare





# L' edema polmonare d' alta quota aspetti clinici

---

## Fase d' insorgenza

- Dispnea anormale a riposo
- Tosse secca
- Spesso associato a AMS

## Fase di stabilizzazione

- Catarro denso e roseo
- Rantoli polmonari
- Cianosi

# Diagnosi Clinica

## Lake Louise Consensus

### HAPE

#### *Sintomi: (almeno 2)*

- Dispnea a riposo
- Tosse
- Debolezza o riduzione della performance all'esercizio
- Compressione toracica o senso di congestione polmonare

#### *Segni: (almeno 2)*

- Rantoli o sibili in almeno 1 campo polmonare
- Cianosi centrale
- Tachipnea
- Tachicardia

# HAPE- Rx Torace

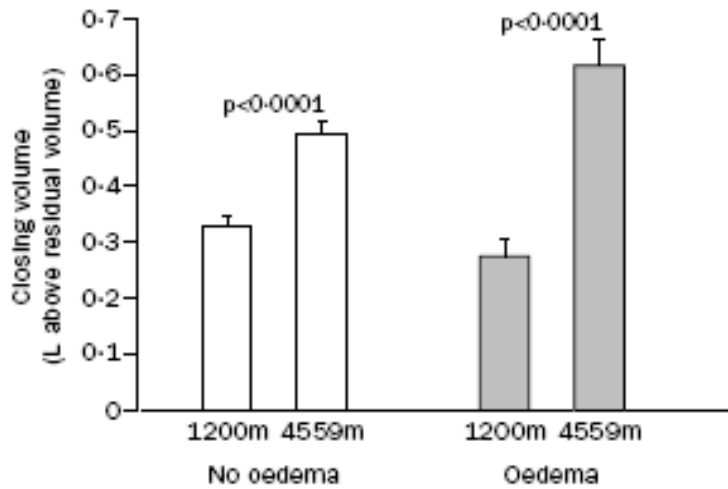
Distribuzione periferica



Distribuzione centrale



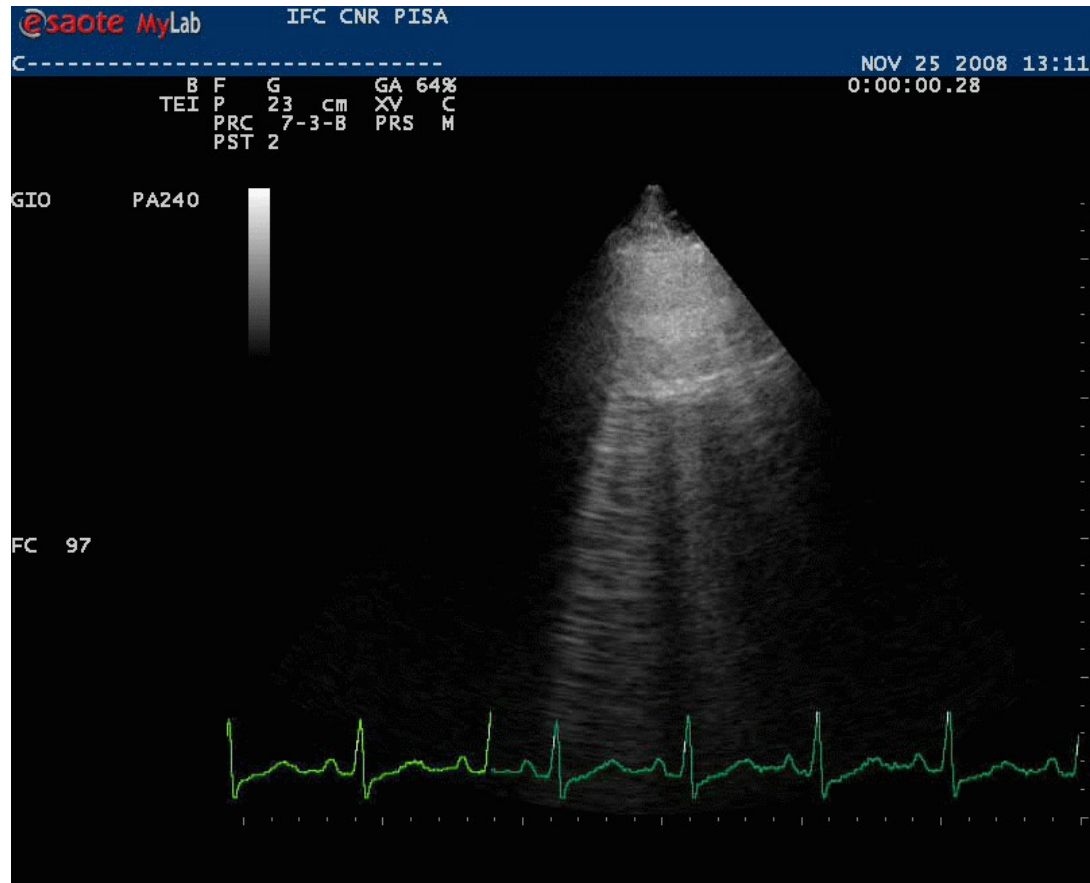
# Diagnostica per HAPE



Cremona G. et al Lancet, 2002

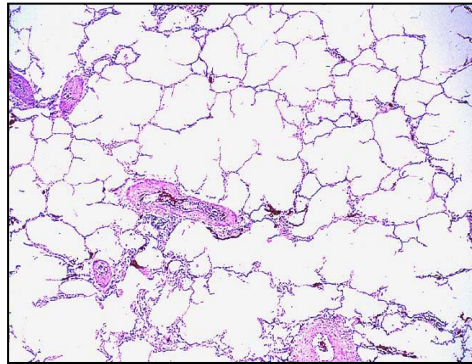
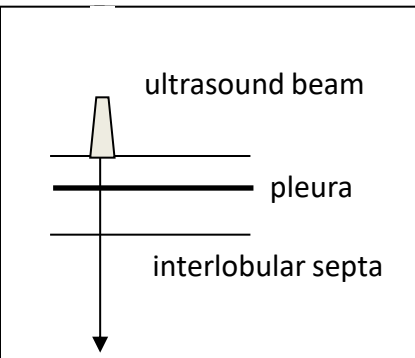
# Linee B: definizione

Artefatti di riverberazione verticali ed iperecogeni, che originano dalla pleura

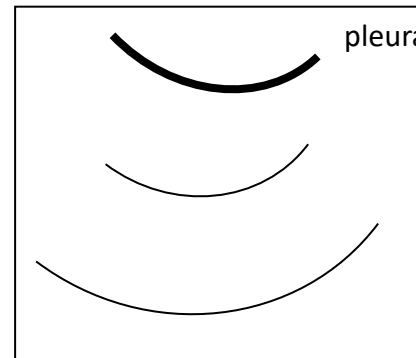


Multiple e diffuse linee B sono il segno ecografico della sindrome interstiziale polmonare

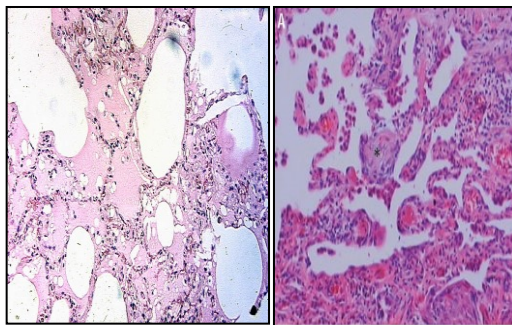
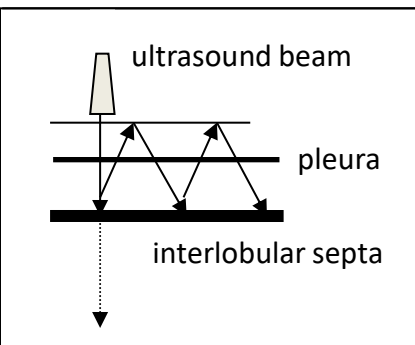
# B lines: basi fisiche



normal lung

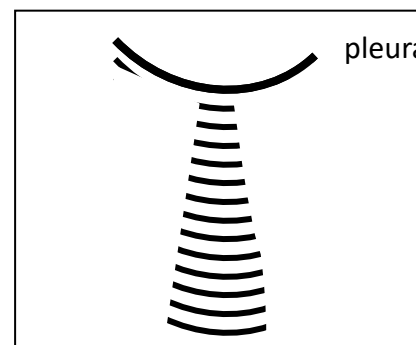


normal echo pattern



pulmonary  
oedema

pulmonary  
fibrosis



B-lines



# Lung ultrasound : on the mountain

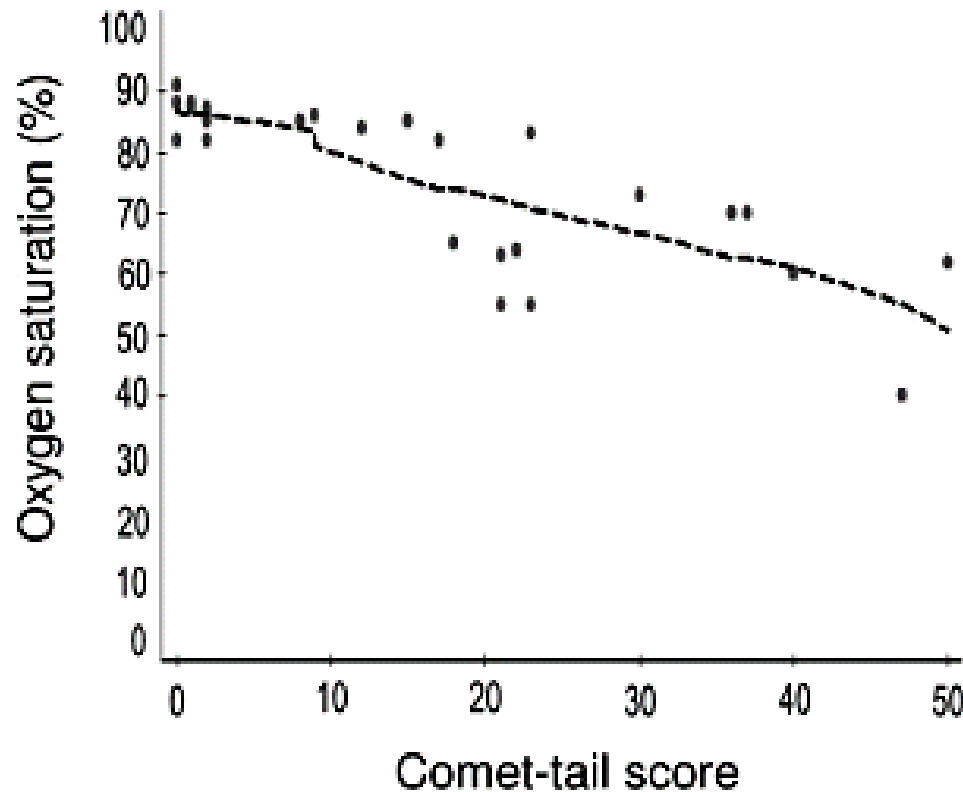


CHEST

Original Research

CHEST IMAGING

**Chest Ultrasonography for the  
Diagnosis and Monitoring of High-  
Altitude Pulmonary Edema\***



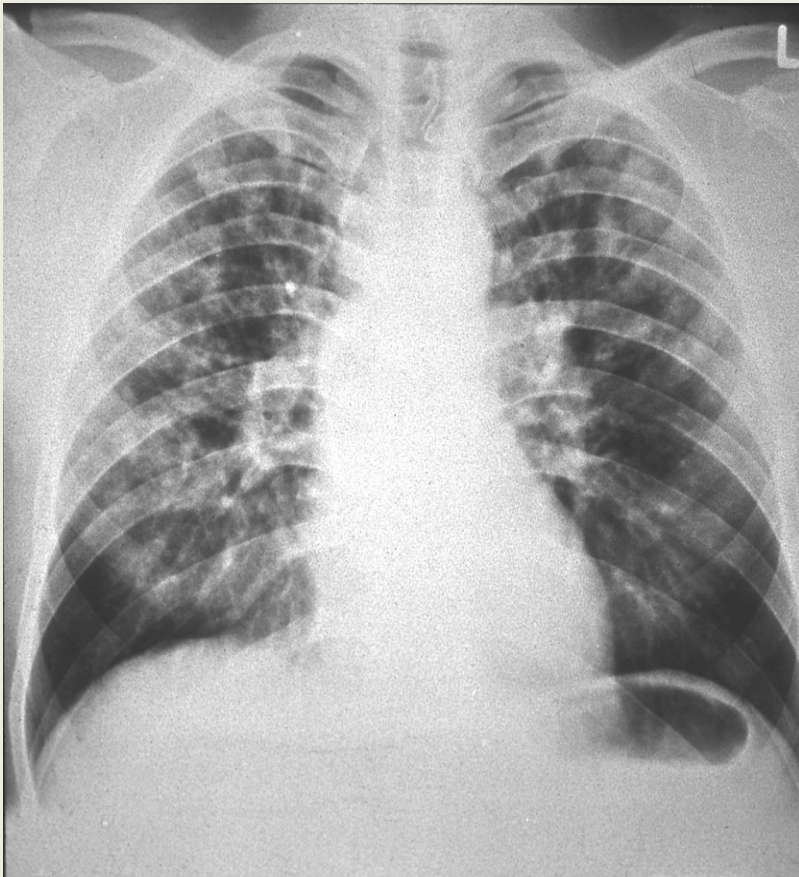
n = 24

R<sup>2</sup> = .62

p < .001

# Razionale per la prevenzione e il trattamento dell'HAPE basati sulla fisiopatologia

HAPE



- Inibizione dell'eccessiva vasocostrizione polmonare
  - Vasodilatatori
    - Calcio antagonisti
    - Inibitori delle fosfodiesterasi 5
    - Aumento della disponibilità dell'ossido nitrico
    - Inibitori delle fosfodiesterasi 5
    - Glucocorticoidi
- Migliorare il riassorbimento di Acqua
  - Agonisti beta 2
  - Glucocorticoidi



# L' edema polmonare d' alta quota

## Profillassi

**Nifedipina** (IB):

30 mg rilascio prolungato ogni 12 h

20 mg rilascio prolungato ogni 8 h

• **Tadalafil** (IC):

10mg ogni 12 h (non candidati Nifedipina)

• **Desametasone**

8 mg ogni 12 h (non candidati Nifedipina, Tadalafil)

• **Salmeterolo:**

non raccomandato

# L' edema polmonare d' alta quota

## Trattamento

Re-ossigenazione:

- Discesa di 500-1000 m (IA)
- Ossigeno 2-4 l/min (IA)
- Cassone iperbarico portatile (IC)
- Ventilazione in pressione positiva (PEP)





# L' edema polmonare d' alta quota

## Terapia

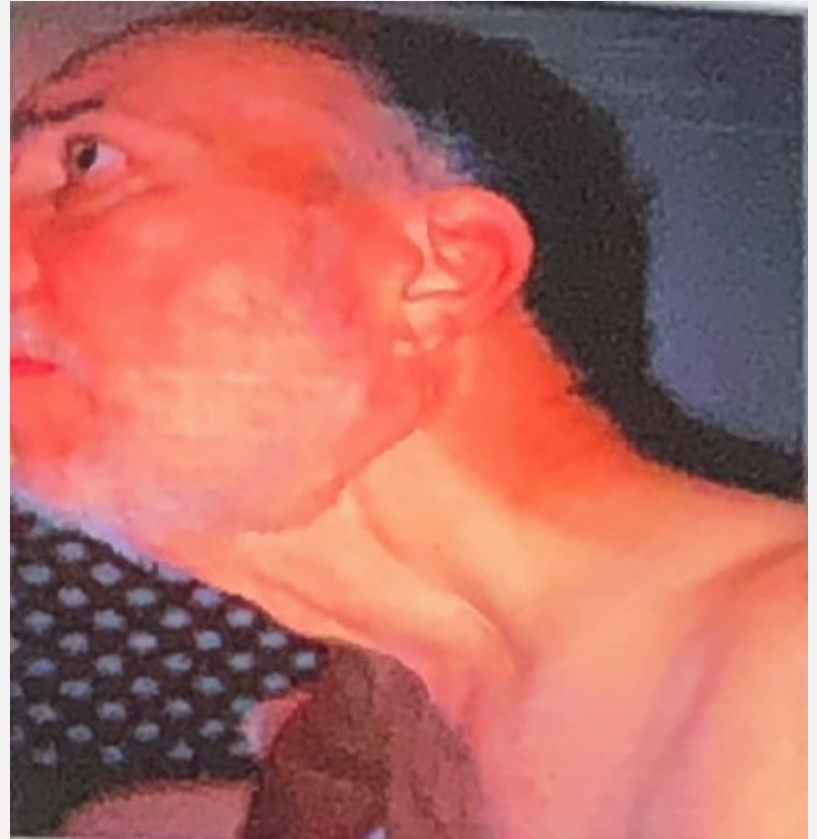
- Nifedipina (IC):
  - 30 mg rilascio prolungato ogni 12 ore
  - 20 mg rilascio prolungato ogni 8 ore
- Tadalafil (IIC):
  - 10mg ogni 12 ore
- Sildenafil (IIC):
  - 50 mg ogni 8
- Desametasone :
  - Non raccomandato

***Sono pericolosi :***

***digitalici - diuretici (IC)- morfinici***

# Male acuto di alta quota severo in Himalaya

- Uomo di 65 aa
- Storia di pregresso AMS > 3000 m
- Quota 4700 m con salita in 10 giorni
- Saturazione O<sub>2</sub>: 70%
- Cefalea intensa
- Nausea, Vomito
- Fatica intensa
- Richiesta evacuazione con elicottero





# TREKKING MANASLU

Donna ottima camminatrice in montagna, ma non acclimatata in alta quota. Non precedenti esperienze in alta quota

La spedizione decide di fare acclimatamento il loco

Arrivo a **3800 m** comincia ad avere:

- 1) Respiro faticoso
- 2) Disappetenza
- 3) Notti insonni per sensazione di non respirare appena si addormenta
- 4) Fatica eccessiva quando cammina di grado severo
- 5) Sensazione di testa vuota di grado moderato

LLS?

# VALUTAZIONE SUL CAMPO DEL AMS: LAKE LOUISE SCORE

Valutazione dei sintomi almeno dopo 6 ore

## Autovalutazione

	No	Lieve	Moderato	Grave
Cefalea	0	1	2	3
Sintomi gastrointestinali	0	1	2	3
Fatica e/o stanchezza	0	1	2	3
Vertigini/testa vuota	0	1	2	3
Disturbi del sonno	0	1	2	3

Definizione di MAM: score > 3



# TREKKING MANASLU

Arrivo a 4200 m stessi sintomi

La notte segue la spedizione per la salita a un passo a 5200 m

A 4900 m

Ricorda di aver avuto allucinazioni (sagoma nera con un fiammifero all'interno)

Arriva a quella quota trascinata dagli Sherpa

Decidono di metterla in una tenda: brividi scuotenti, delirio e allucinazioni, respiro molto difficoltoso, non riesce a bere e mangiare, forti dolori in sede inguinale

# VALUTAZIONE SUL CAMPO DEL AMS: LAKE LOUISE SCORE

Valutazione dei sintomi almeno dopo 6 ore

## Autovalutazione

	No	Lieve	Moderato	Grave
Cefalea	0	1	2	3
Sintomi gastrointestinali	0	1	2	3
Fatica e/o stanchezza	0	1	2	3
Vertigini/testa vuota	0	1	2	3
Disturbi del sonno	0	1	2	3

Definizione di MAM: score > 3



# TREKKING MANASLU

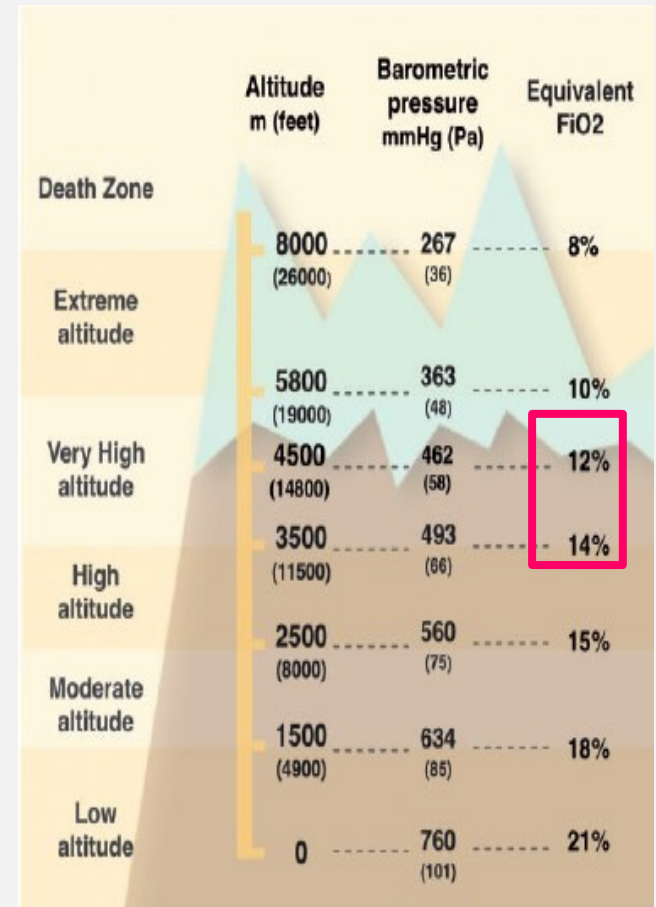
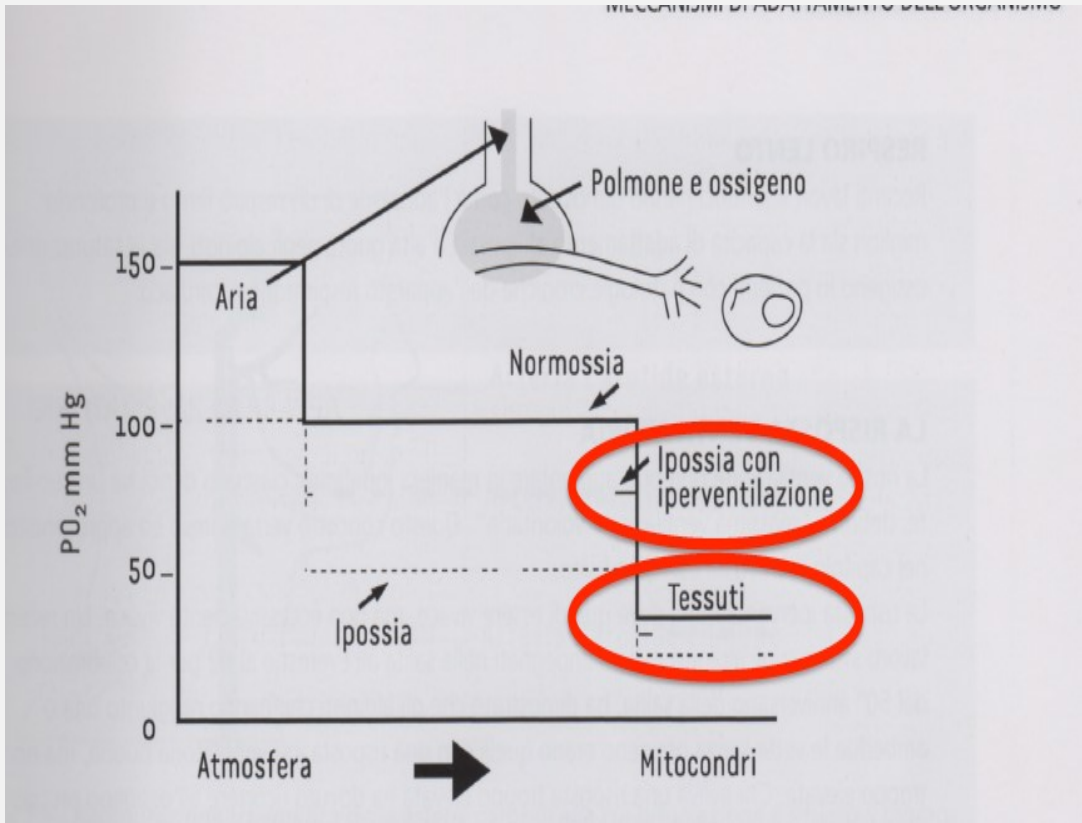
A questo punto decidono di farla arrivare al passo e poi discendono il più velocemente possibile di 1500 m dove arrivano a un lodge.

La mattina dopo ha edemi diffusi (volto, mani e piedi) le viene somministrato Diamox 250 mg 1 cpr x 2

Nei giorni successivi pur scendendo di quota ha continuato ad avere affanno per sforzi minimi. Questa sensazione è rimasta all'arrivo in Italia.

# POST TREKKING MANASLU

Cosa ha avuto realmente?



# POST TREKKING MANASLU

## ESAME EMOCROMOCITOMETRICO

Metodo: Conteggio con analizzatore automatico

Globuli bianchi (WBC)	5,96	$\times 10^3/\mu\text{l}$	4,00 - 10,80
Globuli rossi (RBC)	3,84	$\times 10^6/\mu\text{l}$	4,00 - 5,20
Emoglobina (Hgb)	8,20	g/dl	12,00 - 16,00
Ematocrito (Hct)	28,50	%	37,00 - 47,00
Volume globulare medio (MCV)	74,30	fl	82,00 - 99,00
Contenuto medio di Hgb (MCH)	21,40	pg	27,00 - 36,00
Concentrazione media di Hgb (MCHC)	28,80	g/dl	32,00 - 37,00
Distribuzione Vol. Eritrocitario (RDW)	17	%	12 - 17
Piastrine	382	$\times 10^3/\mu\text{l}$	130 - 400

## FORMULA LEUCOCITARIA

Granulociti Neutrofili	56,40	%	40,00 - 74,00
Linfociti	23,90	%	20,00 - 45,00
Monociti	10,60	%	3,40 - 11,00
Granulociti Eosinofili	8,50	%	0,00 - 8,00
Granulociti Basofili	0,60	%	0,00 - 1,50

## Valori Assoluti

Granulociti Neutrofili	3,36	$\times 10^3/\mu\text{l}$	1,50 - 8,00
Linfociti	1,42	$\times 10^3/\mu\text{l}$	0,90 - 4,00
Monociti	0,63	$\times 10^3/\mu\text{l}$	0,20 - 1,00
Granulociti Eosinofili	0,51	$\times 10^3/\mu\text{l}$	0,00 - 0,80
Granulociti Basofili	0,04	$\times 10^3/\mu\text{l}$	0,00 - 0,20



# Prima di partire: alpinista/trekker

- Informarsi sulle problematiche presenti del posto della vacanza estrema.
- Accesso alle strutture sanitarie o possibilità di telemedicina
- Assenza di connettività
- Variabilità delle situazioni atmosferiche

# Prima di partire: medico

**Fare un incontro medico almeno 1 mese prima della partenza**

- Discutere l'itinerario e il materiale necessario
- Raccogliere un'anamnesi dettagliata: patologie croniche presenti, patologie pregresse
- Controllare le vaccinazioni pregresse e quelle necessarie
- Parlare dell'attività *estreme* previste (es: salita in quota, immersione, surf)
- Consigliare un allenamento specifico o un acclimattamento in caso di viaggi in quota
- Chiedere se presente una copertura assicurativa sanitaria nel paese scelto
- Indicare i farmaci o dispositivi da portare in viaggio ed eventualmente in caso di farmaci da utilizzare in profilassi consigliare di provarli prima della partenza
- Consigliare una App da usare anche off line per valutare i sintomi causati dall'ambiente estremo



## Kilimangiaro Vetta 21 Marzo 2025

ven 21 mar

Ce l'ho fatta

16:51

Non è stato facile, a momenti ho creduto di mollare...il vento fortissimo, non riuscivo a muovere mani e piedi...avevo 15 strati di roba addosso

16:52

Però il fiato c'era...da quando ho preso il diamox sono stata molto meglio, non ho più avuto mal di testa

16:52

Solo nausea, inappetenza e disturbi gastrointestinali mi hanno accompagnato fino a ieri sera che siamo scesi a quota 4000

16:53

Grazie di tutto davvero 🙏🙏🙏 è stato bellissimo

16:53

Probabilmente ci voleva un acclimattamento migliore, sono stati più o meno tutti male...ma in vetta ci siamo arrivati

16:53



# BENVENUTI NEL SITO DELLA SOCIETÀ ITALIANA MEDICINA DI MONTAGNA

ISCRIVITI

CHI SIAMO

Società Italiana di Medicina di Montagna

QUESTA SETTIMANA  
453 Copertura dei post  
57 Interazione con i post  
0 Invia un messaggio  
1 Clic sul sito Web  
0 su 0 Percentuale di risposte  
7 giorni Tempo di risposta

Cari Amici,  
vi segnaliamo questo corso organizzato dall'Università di Pavia che si terrà in più date tra il 21 marzo ed il 21 aprile 2016. Gli argomenti sono davvero stimolanti.  
Sul nostro sito troverete il POF del programma completo. Diffondete la voce!... Altro...

Società Italiana di Medicina di Montagna  
Pagina Ufficiale della Società Italiana di Medicina di Montagna

0622  
30/03/2016

Grazie per l'attenzione  
lorenza.pratali@cnr.it

**BEWARE OF!**                      **सावधान!**  
**ALTITUDE KILLS**                **धिटो गए लेक लारध।**  
**GO SLOWLY**                      **जसले ज्यान लिनध।**  
**AVOID ALTITUDE SICKNESS**    **विरतारै जानुस्।**  
**-KUNDE HOSPITAL**