

XVIII SEMINARIO DE MEDICINA DE MONTAÑA

CÓMO EL SER HUMANO ES CAPAZ DE SOBREVIVIR SOBRE 8000 MSNM

DR. SEBASTIÁN IRARRÁZAVAL





Mount Everest



A climber wearing a dark jacket and goggles is visible at the top of the frame, standing on a snowy mountain peak. A large blue semi-transparent rectangle is overlaid on the image, containing white text. The text lists physiological data for the climber at the summit of Everest.

Altitud = 8850 msnm

Cumbre del Everest

Temperatura ambiental = - 45°C

Presión parcial de oxígeno = 33%

Normal = 98%

Saturación de Oxígeno = 51%

Normal = 97%



CARACTERÍSTICAS DE LA
ALTURA

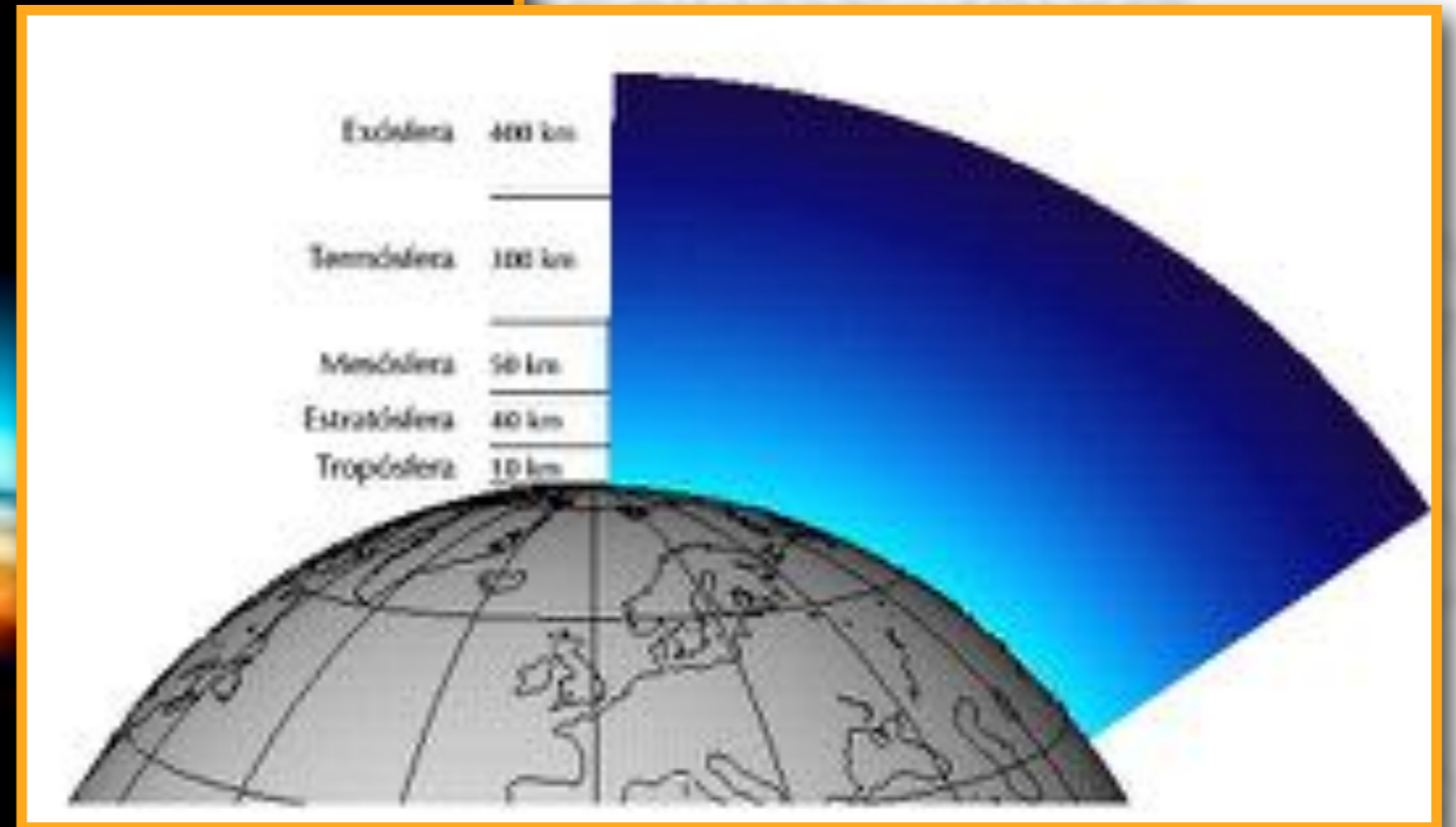
¿POR QUÉ ES
DIFÍCIL VIVIR EN
LA ALTURA?



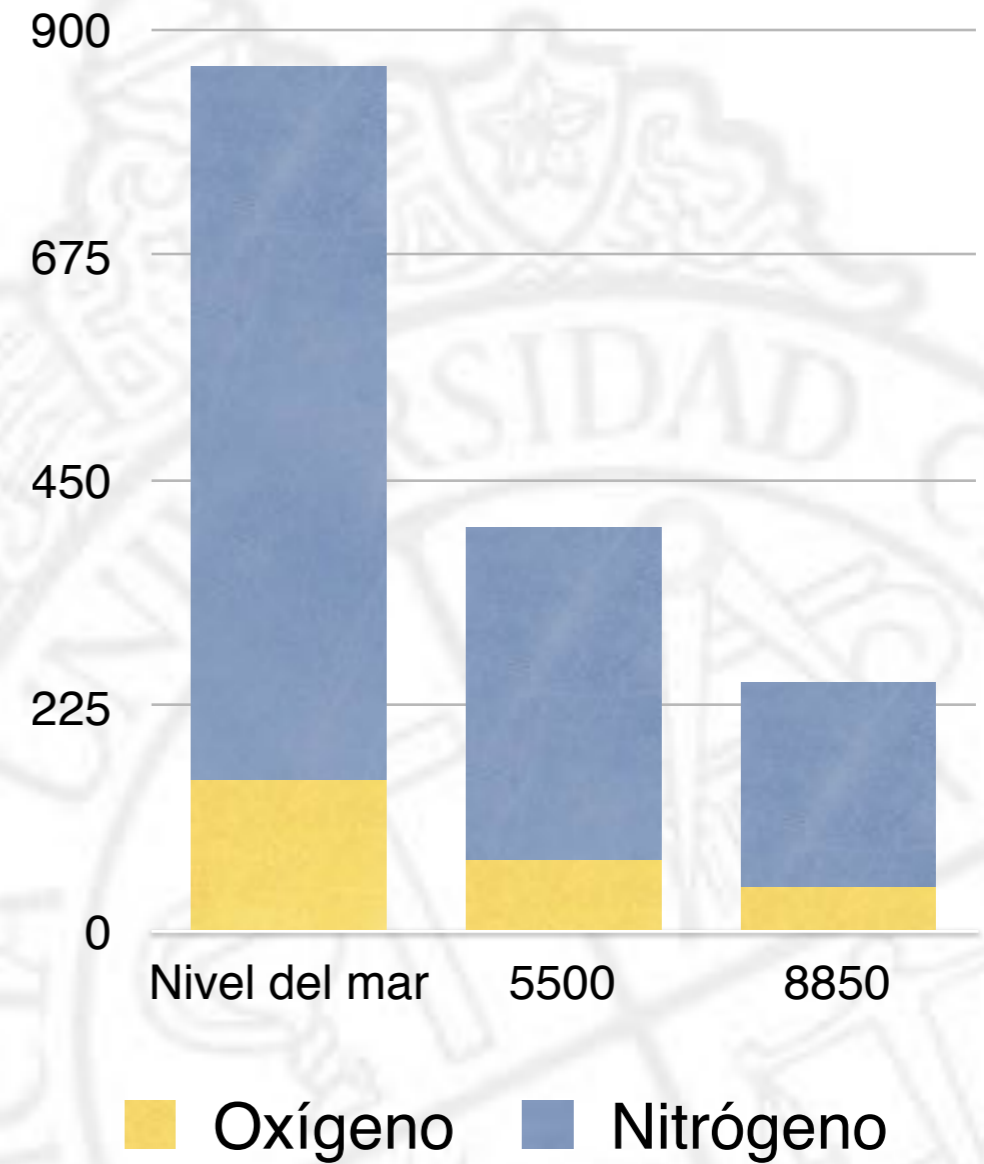
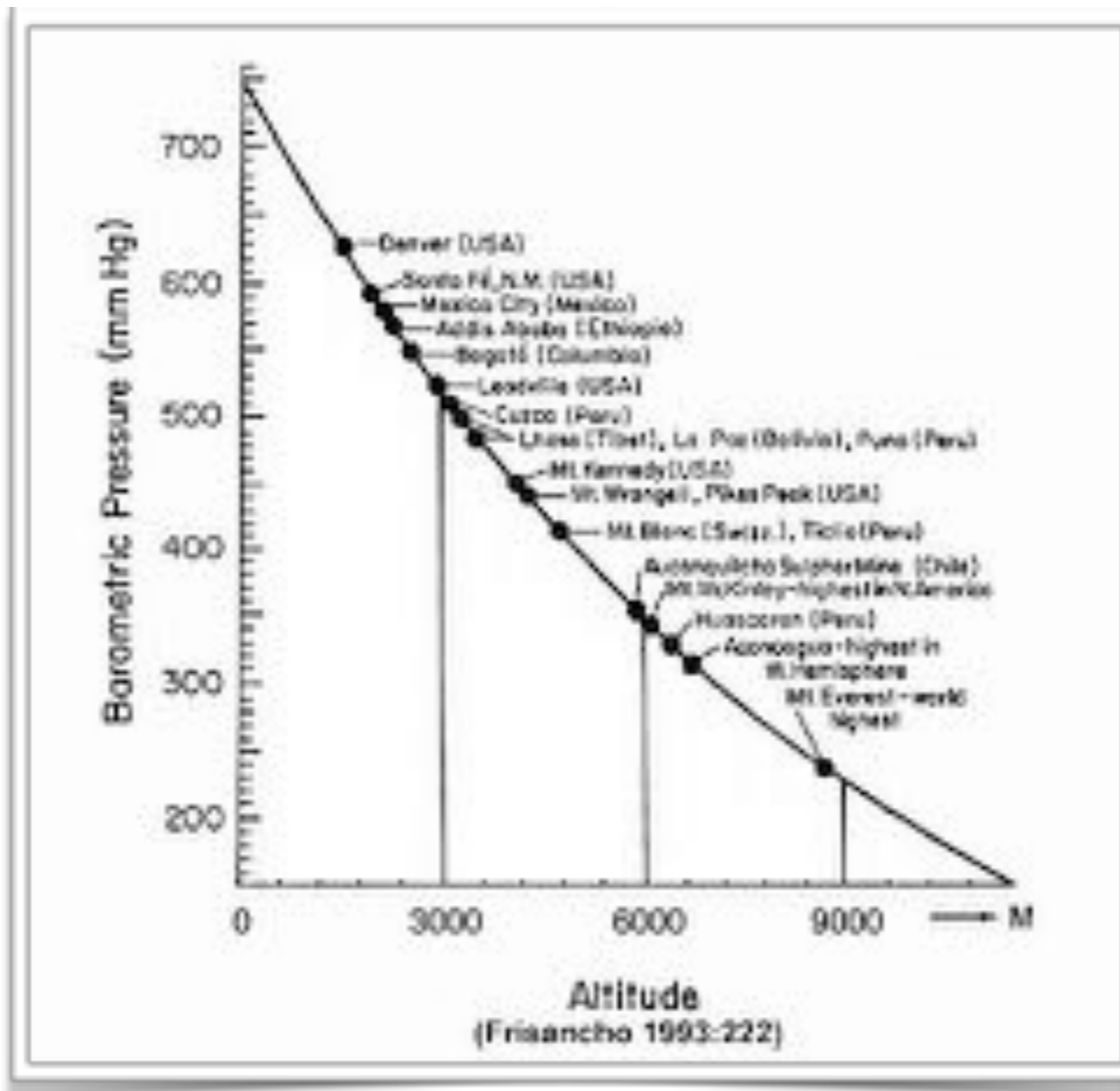
O_2

The image shows a clear, bright blue sky filled with soft, white, fluffy clouds. The clouds are scattered across the frame, with a larger, more dense cluster on the right side. In the upper left corner, the chemical formula O_2 is written in a white, sans-serif font. The 'O' is a large circle, and the '2' is a smaller number positioned to its right and slightly below.

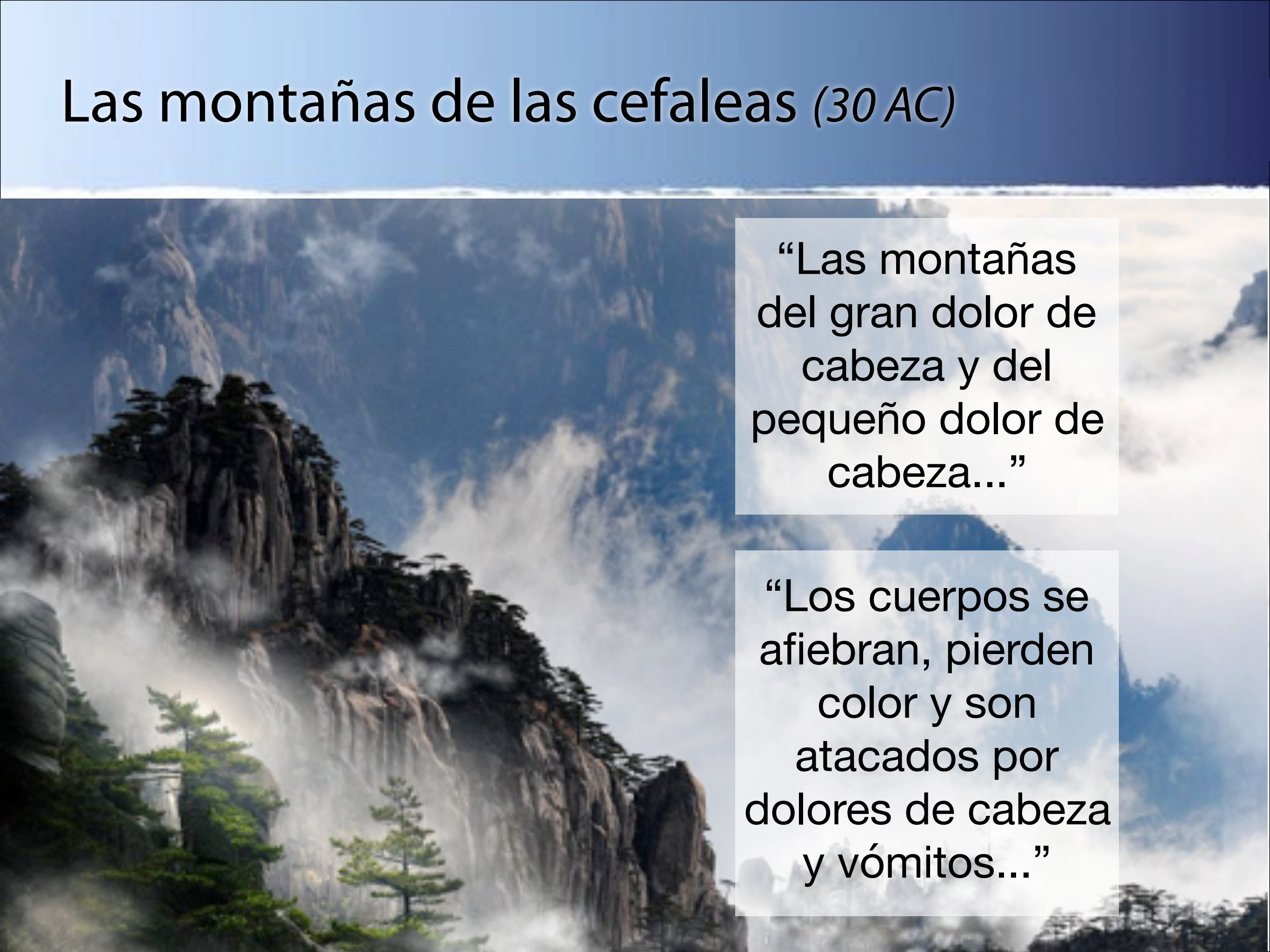
Hipoxia hipobárica



Hipoxia hipobárica



Las montañas de las cefaleas (30 AC)



“Las montañas del gran dolor de cabeza y del pequeño dolor de cabeza...”

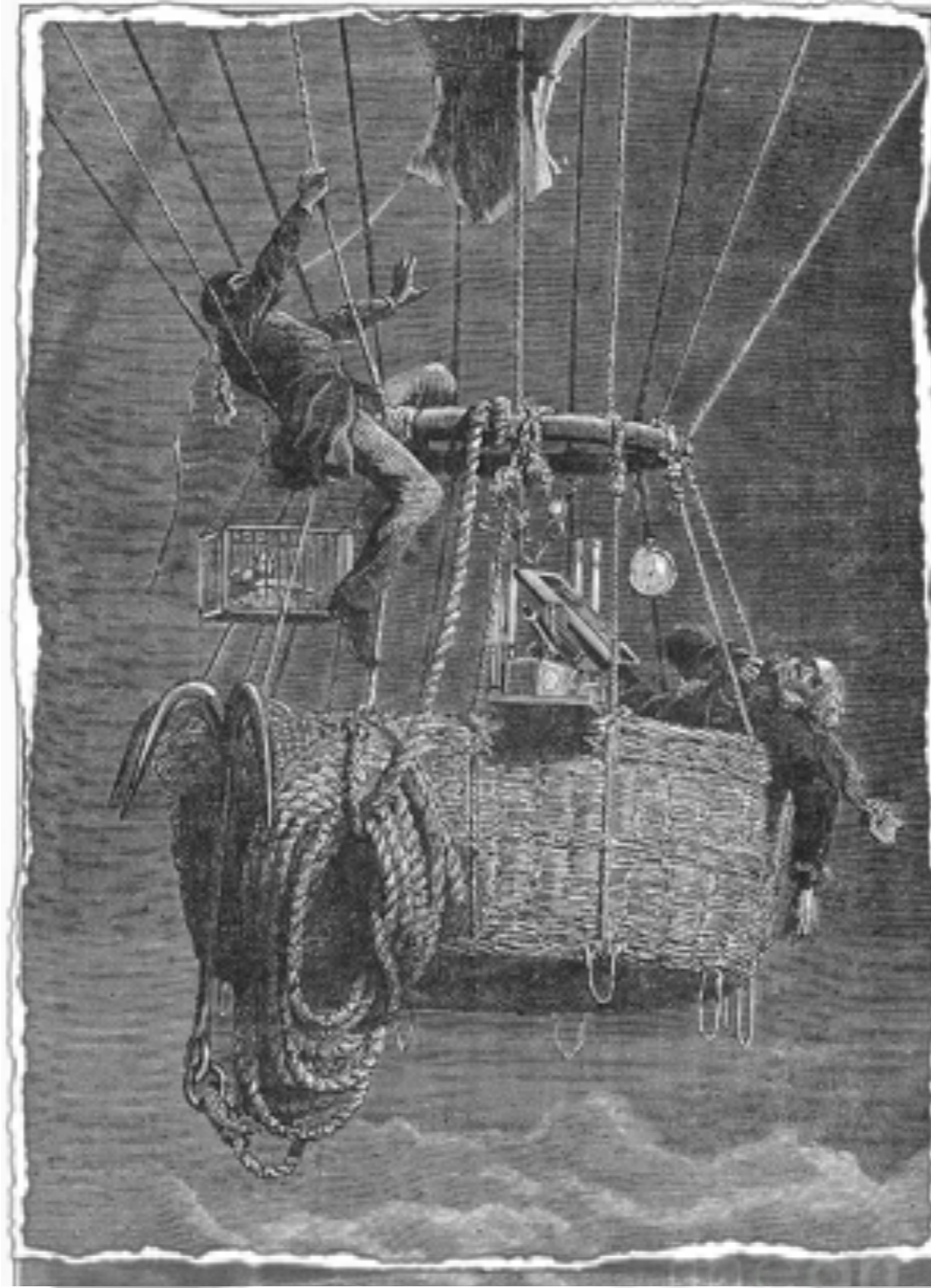
“Los cuerpos se afiebran, pierden color y son atacados por dolores de cabeza y vómitos...”

Primera descripción del edema pulmonar de altura *(400 DC)*

“cruzando las montañas nevadas, mi compañero enfermó, botó flema blanca de su boca y murió...”



Primeros experimentos de hipoxia aguda (1862)



Altura y montañismo

“la altura tiene el mismo efecto sobre la mente que sobre el cuerpo, el intelecto se entumece y se vuelve insensible, y mi único deseo era acabar de una vez y bajar a un clima más decente”



Ascenso del Everest 1953



Ascenso del Everest 1953



Ascenso del Everest 1953

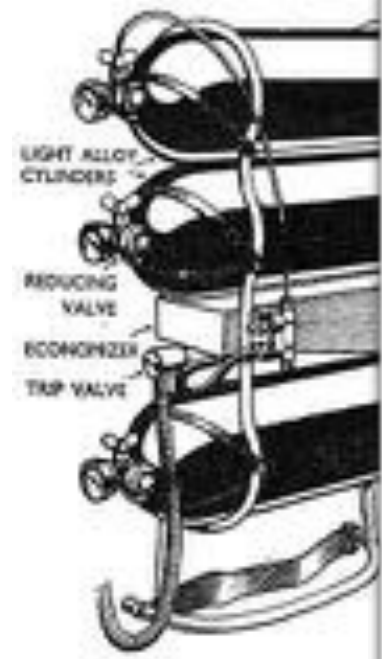
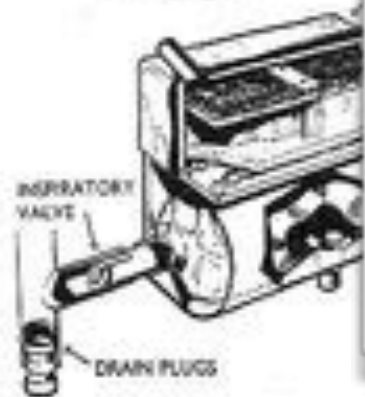


FIG. 1.

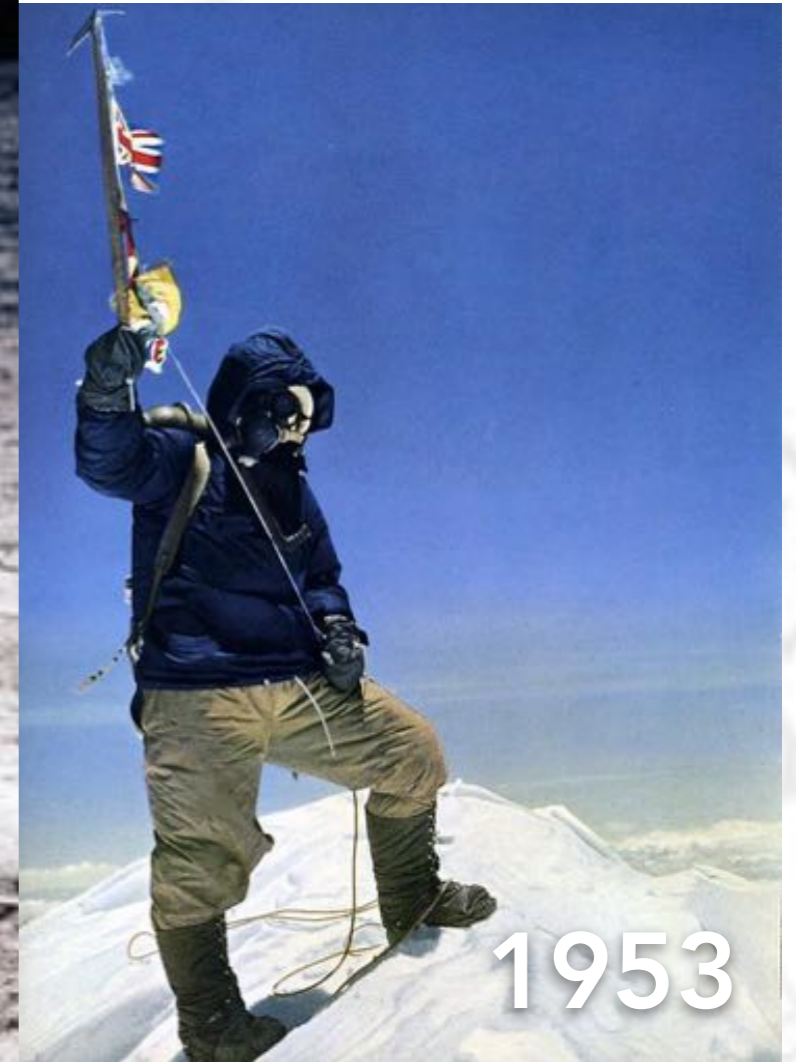
TRIP VALVE

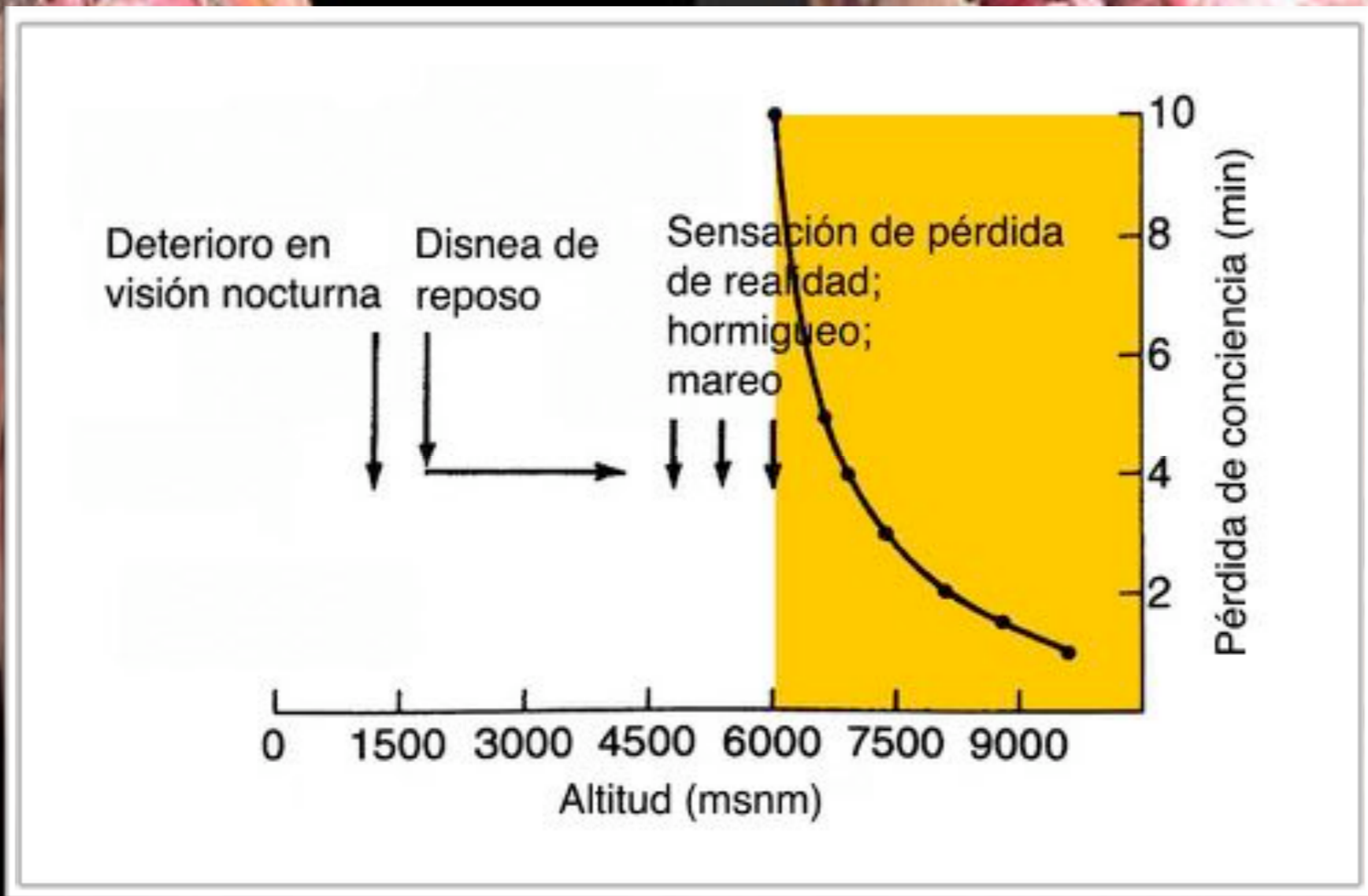
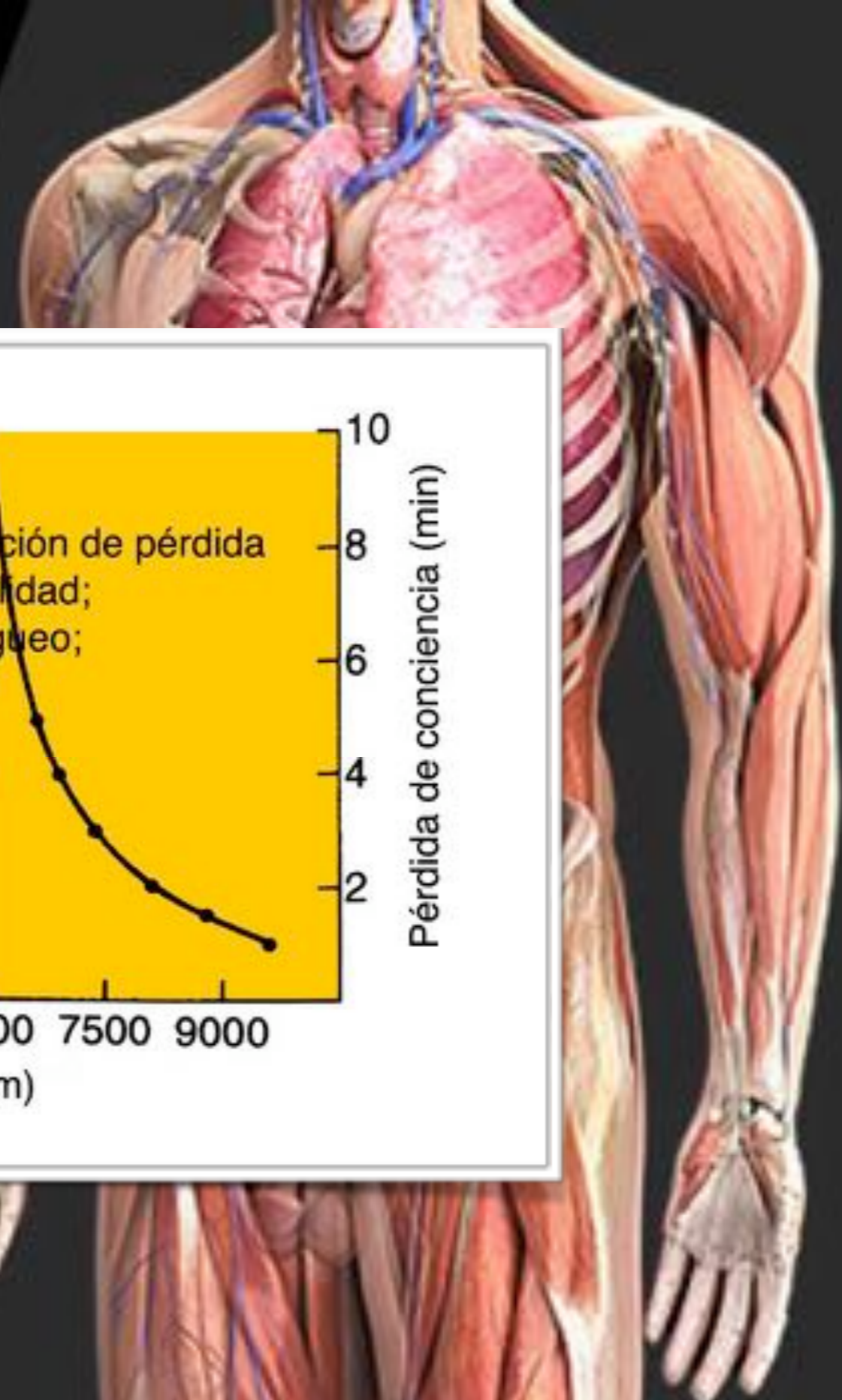


Closed-Circuit Apparatus

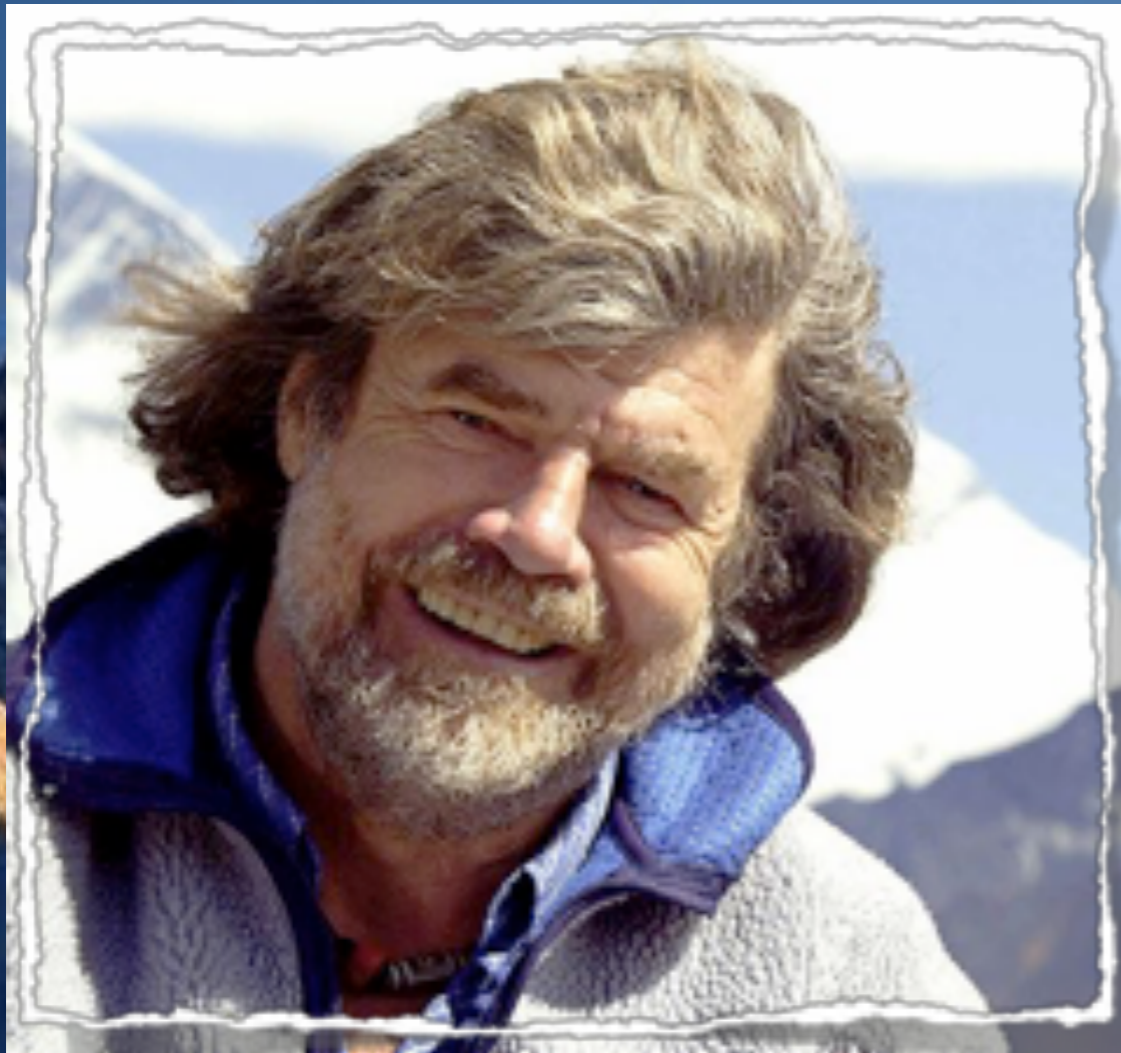


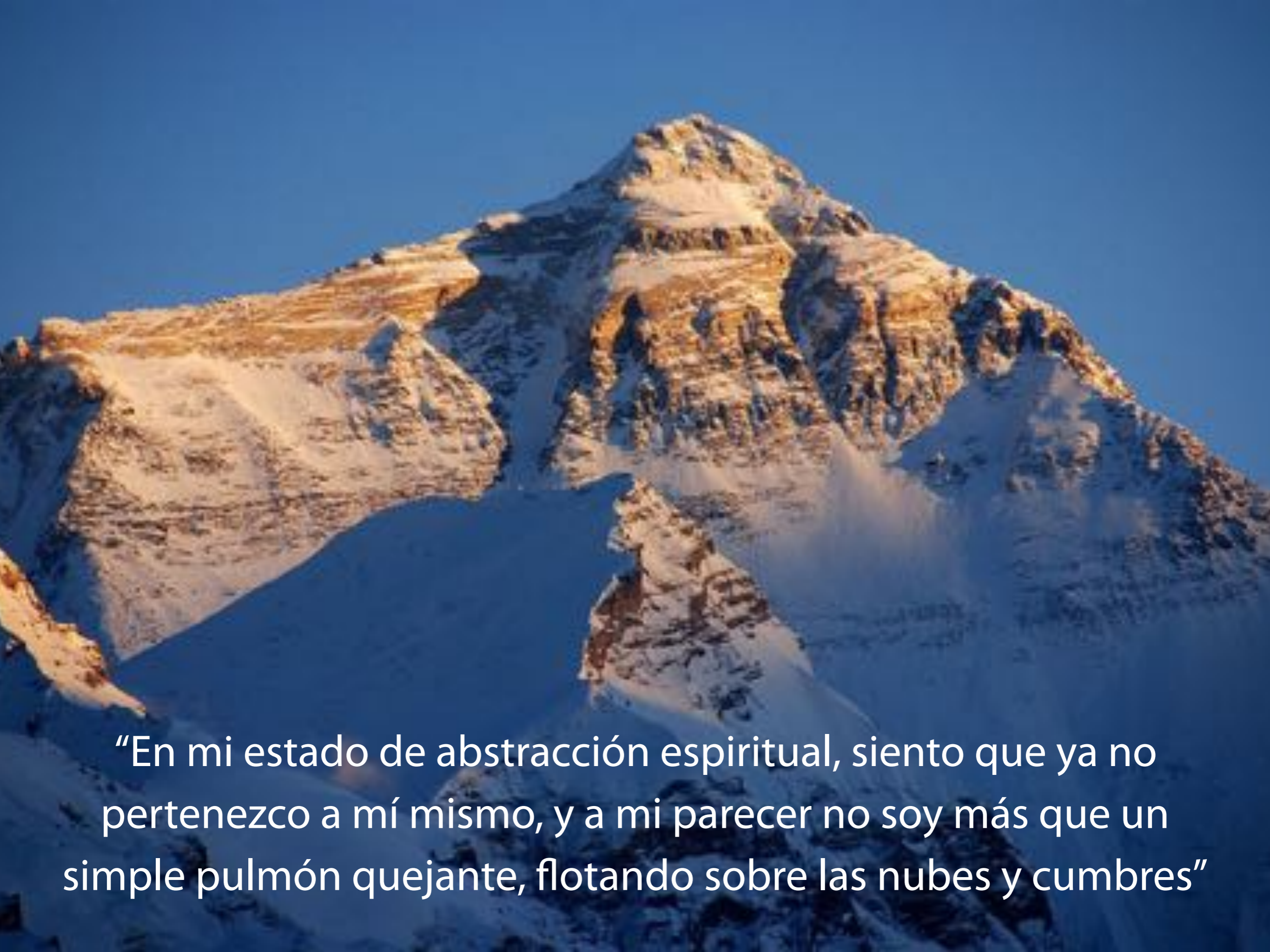
Ascenso del Everest 1953





Ascenso del Everest sin oxígeno





“En mi estado de abstracción espiritual, siento que ya no pertenezco a mí mismo, y a mi parecer no soy más que un simple pulmón quejante, flotando sobre las nubes y cumbres”

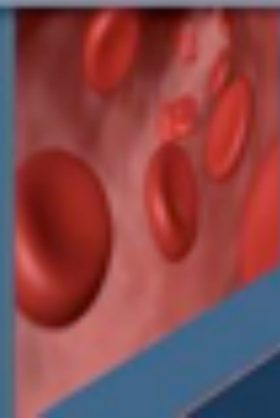
Aclimatación



Aumento del gasto cardíaco



30 segundos a 10 días



cardíaco

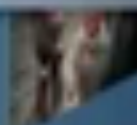
30 segundos a 10 días

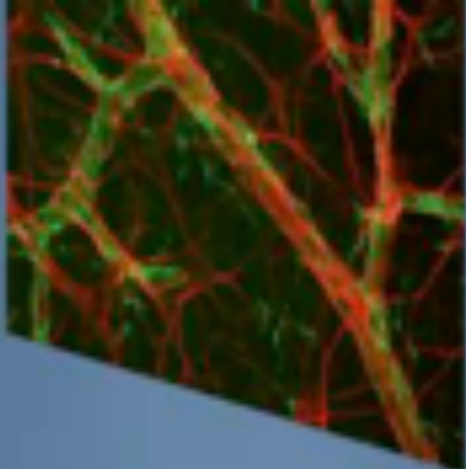
Hiperventilación



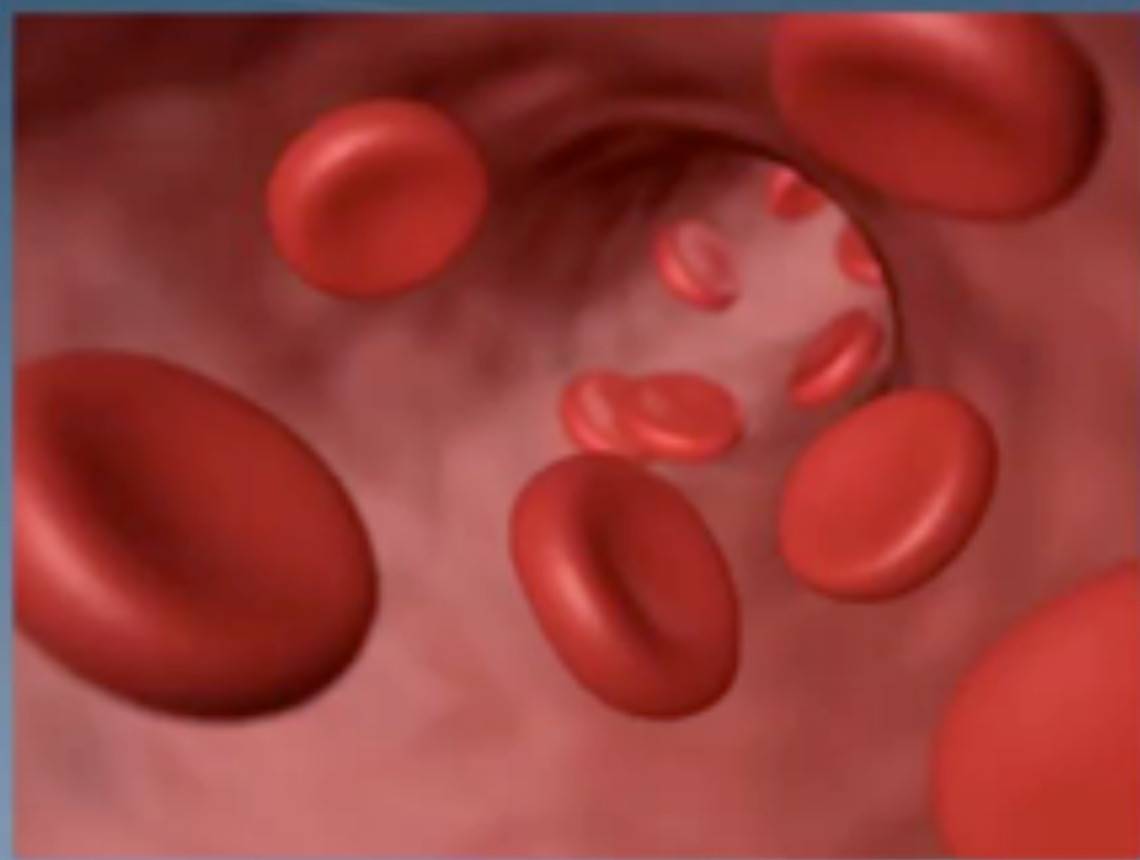
5 minutos a 3 meses

Aumento de densidad



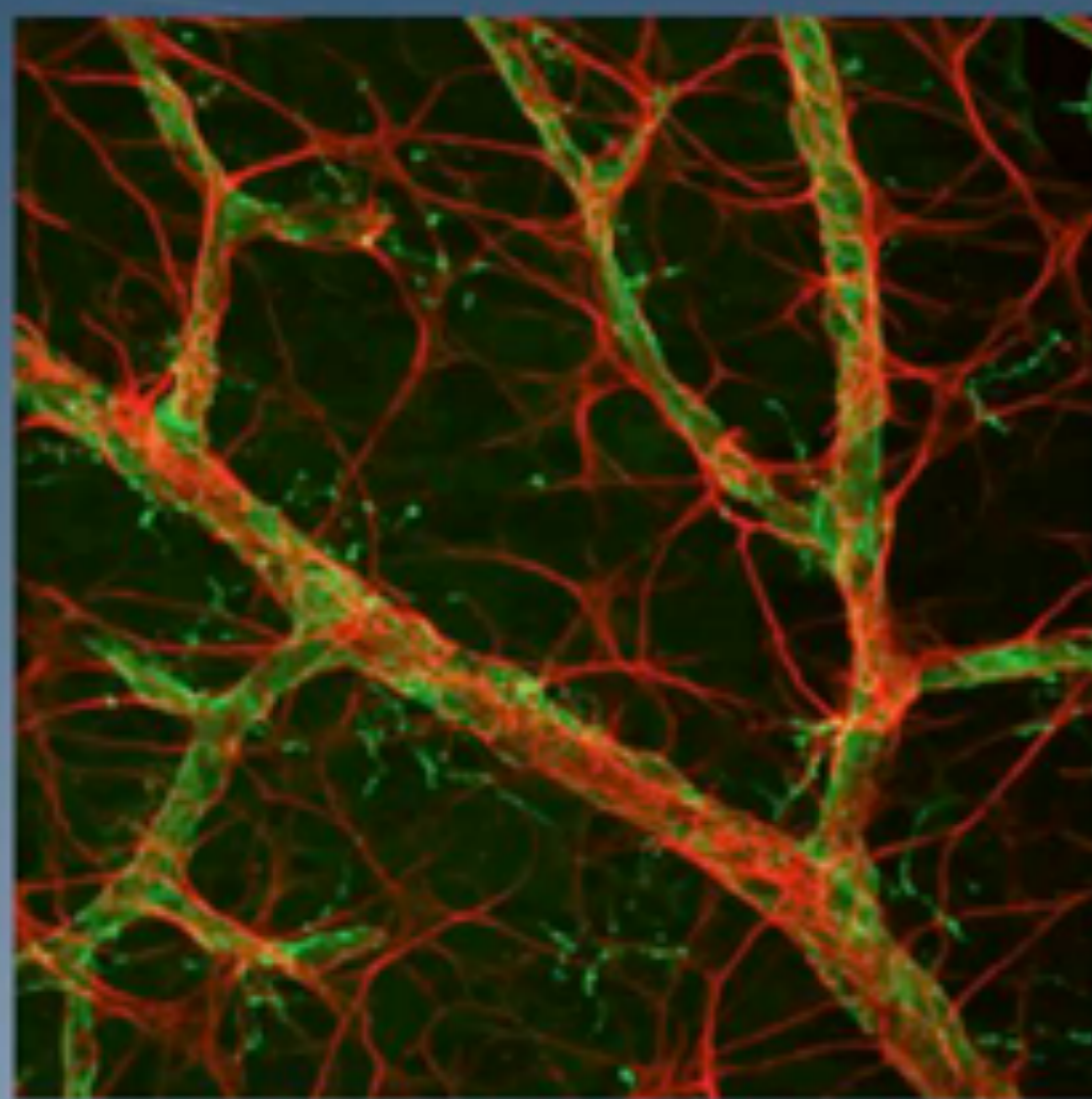


Poliglobulia



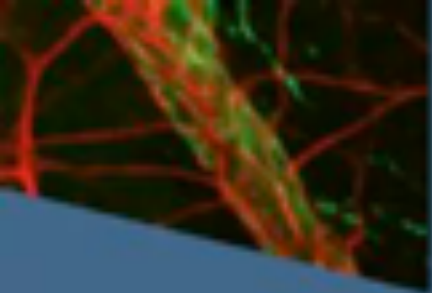
Primera semana a 3 meses

Aumento de densidad de capilares sanguíneos



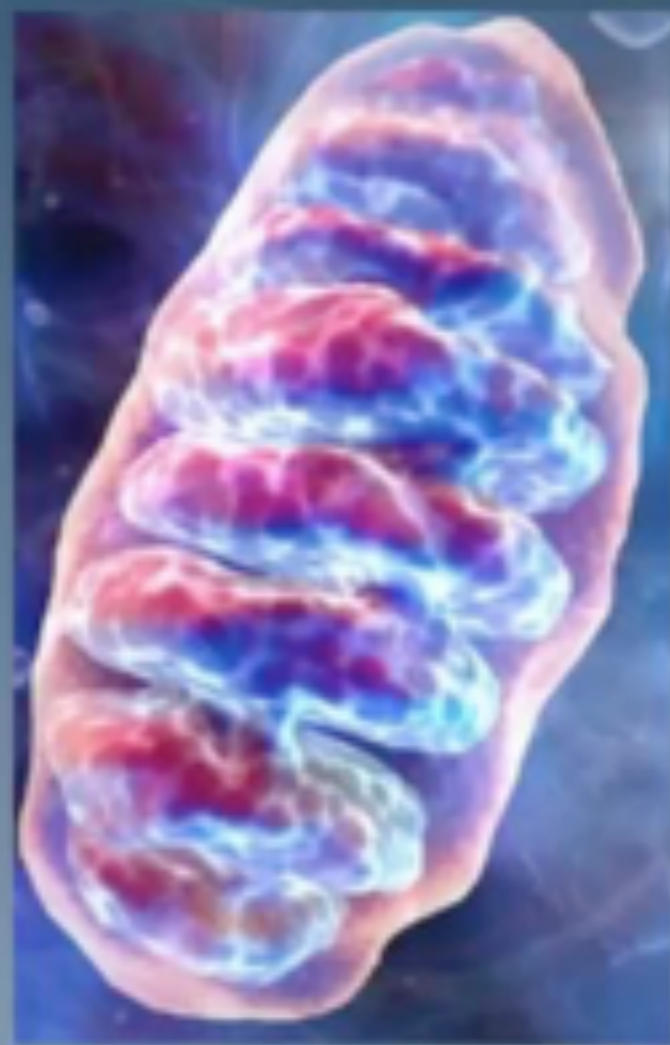
Primer año en adelante





Cambios en la distribución de las mitocondrias

3 meses



Primer año en adelante

Aumento de la red de mitocondrias y su tamaño



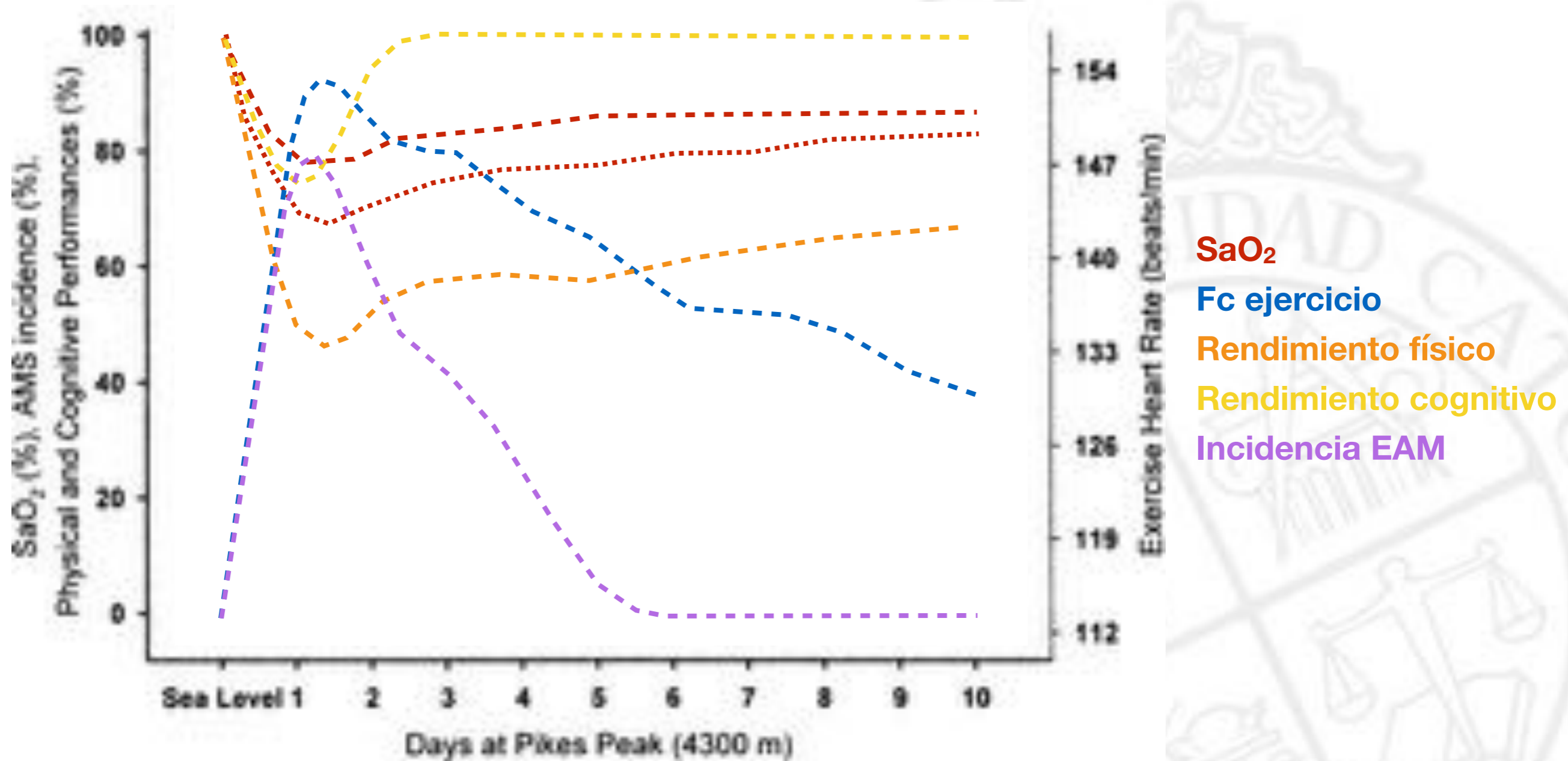
ción de las mitocondrias
er año en adelante

Aumento de la respuesta ventilatoria a la hipoxia (RVH)

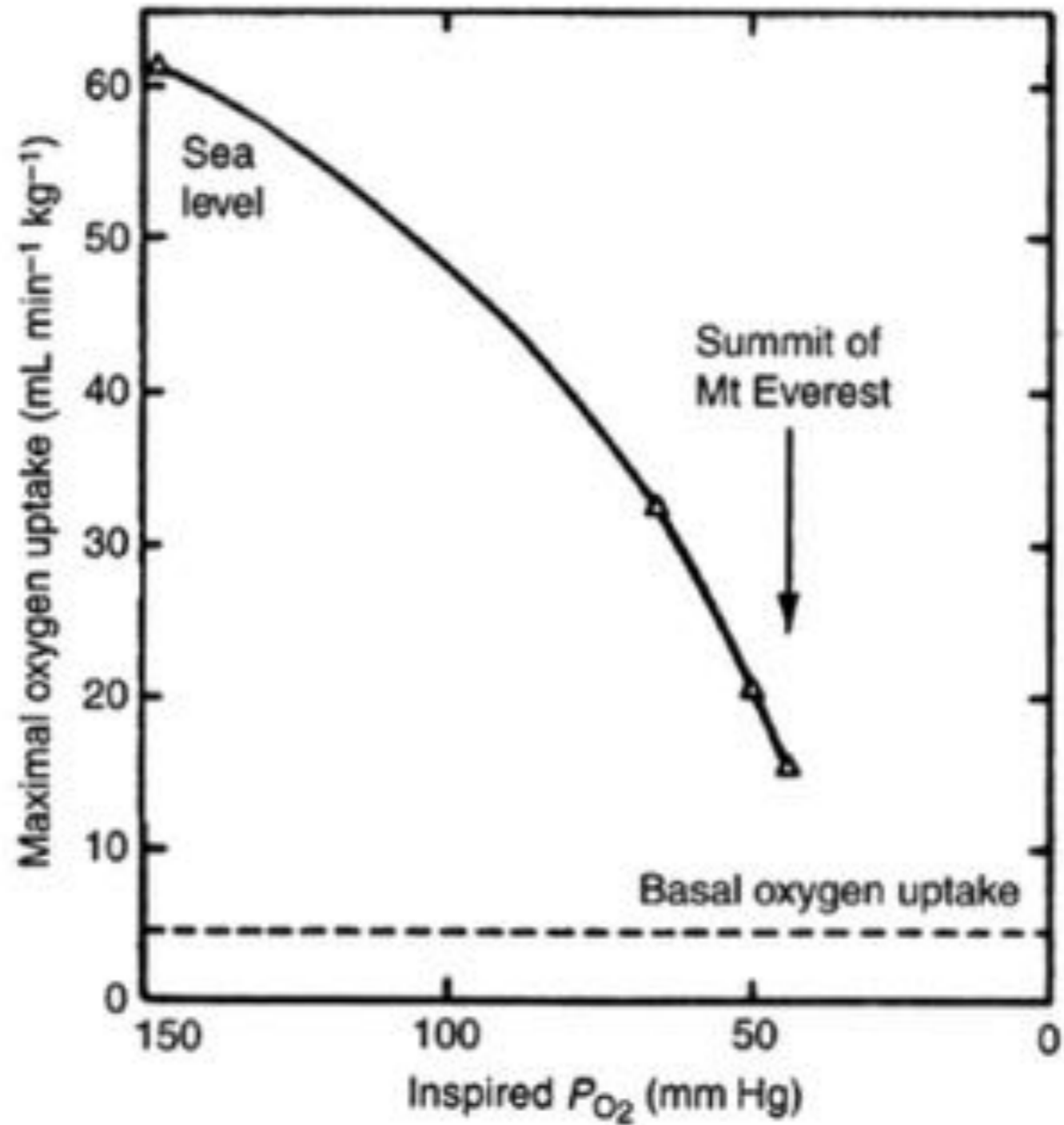


Generaciones viviendo
en altura

Aclimatación



Límites fisiológicos en altura





ENFERMEDADES DE ALTURA

CUANDO EL
ASCENSO ES
MUY RÁPIDO



Enfermedades de altura

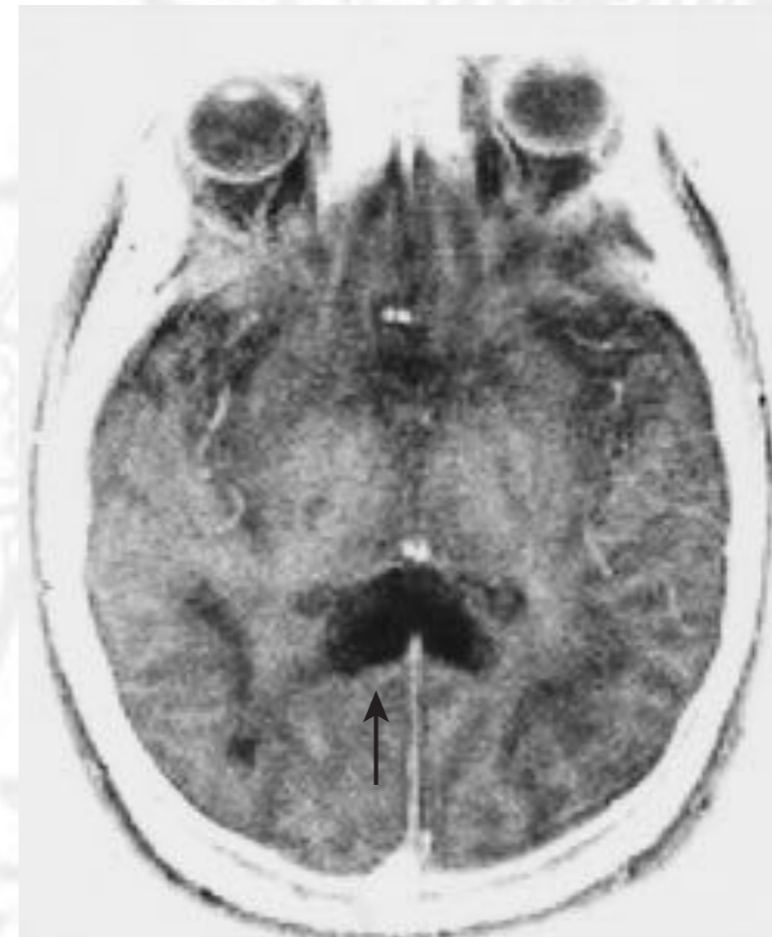
- Enfermedad Aguda de Montaña (EAM) (Puna)
 - leve
 - moderada
- Edema cerebral de altura (ECA)
- Edema pulmonar de altura (EPA)



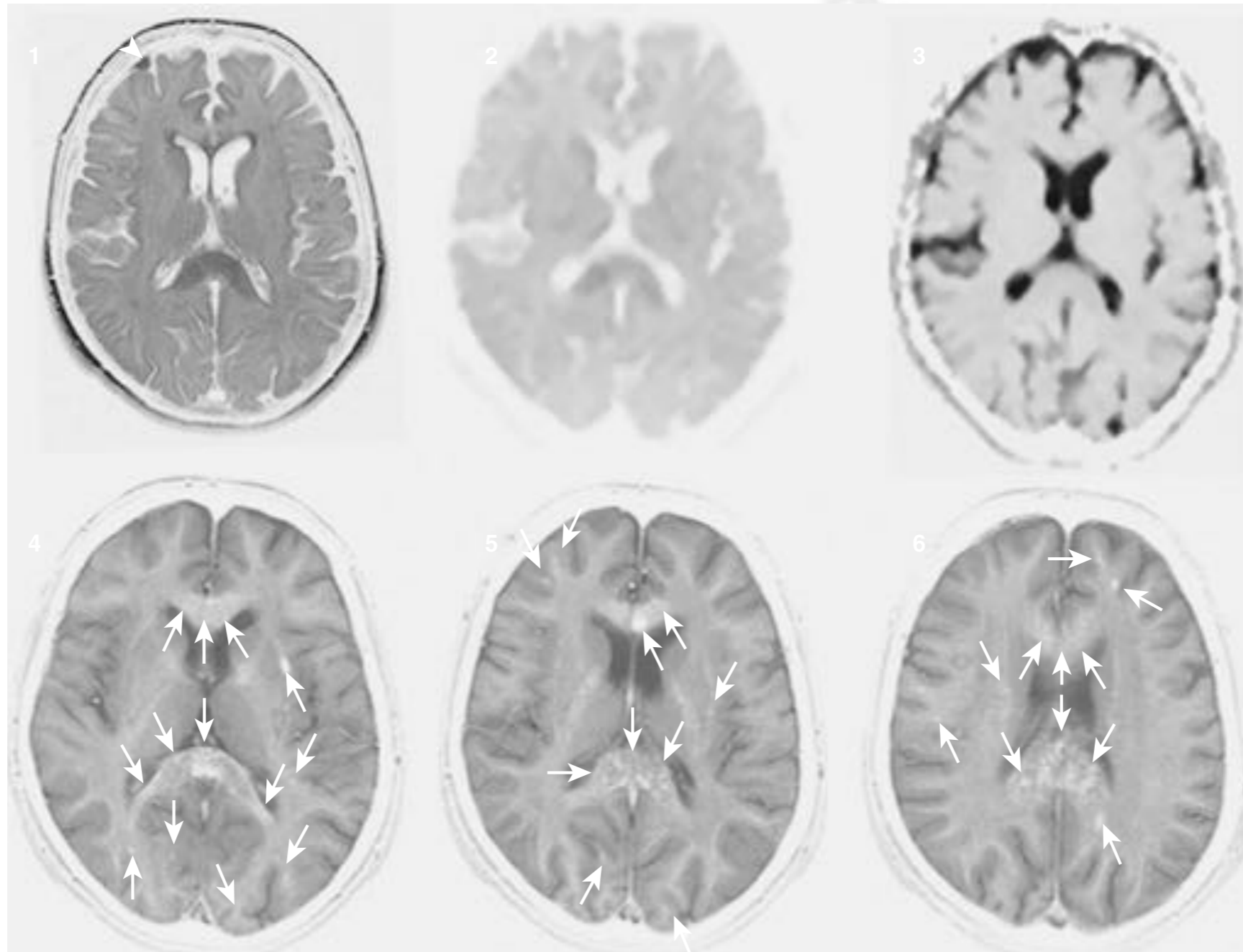
Enfermedad Aguda de Montaña y Edema cerebral de altura



Enfermedad Aguda de Montaña y Edema cerebral de altura



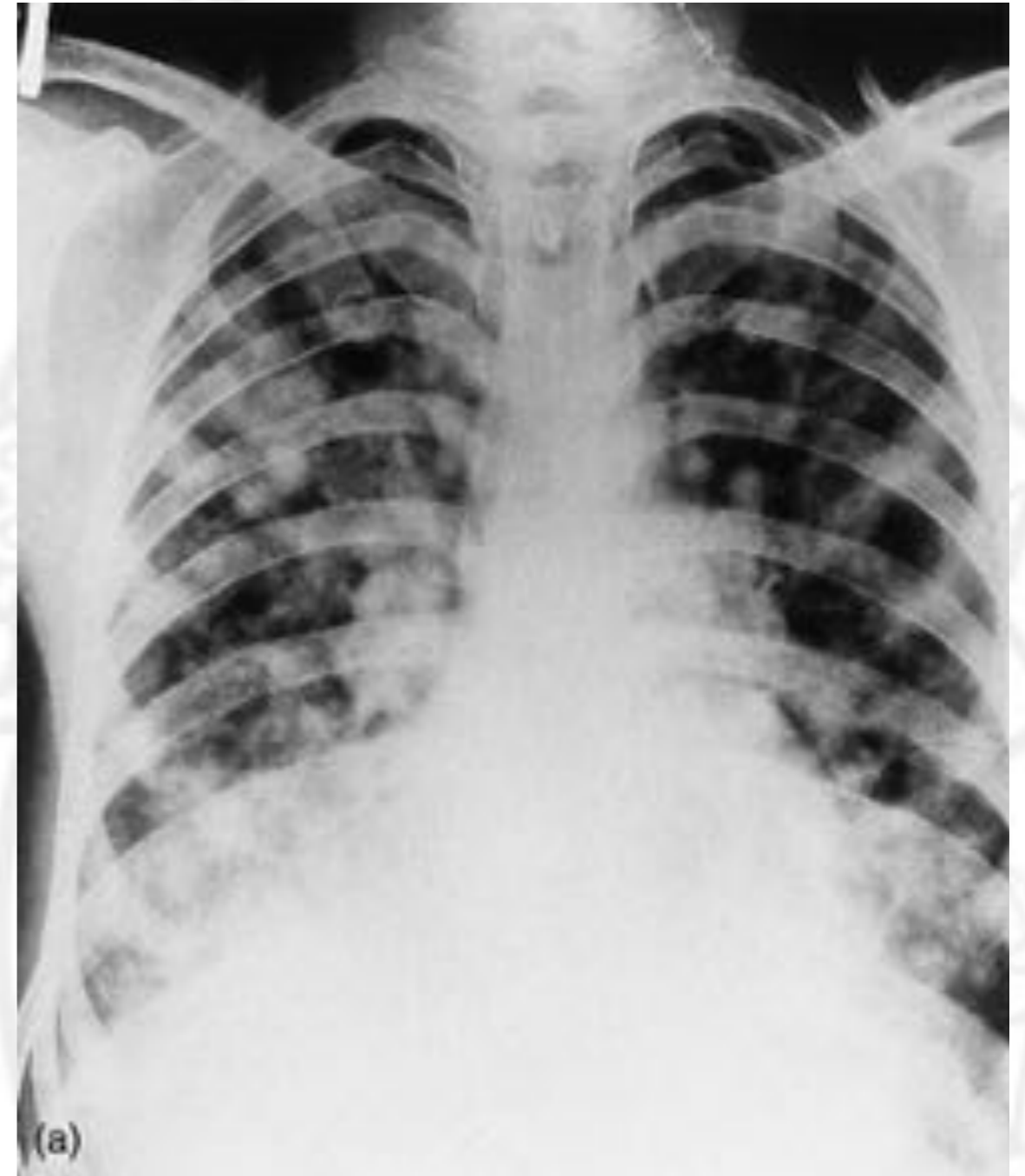
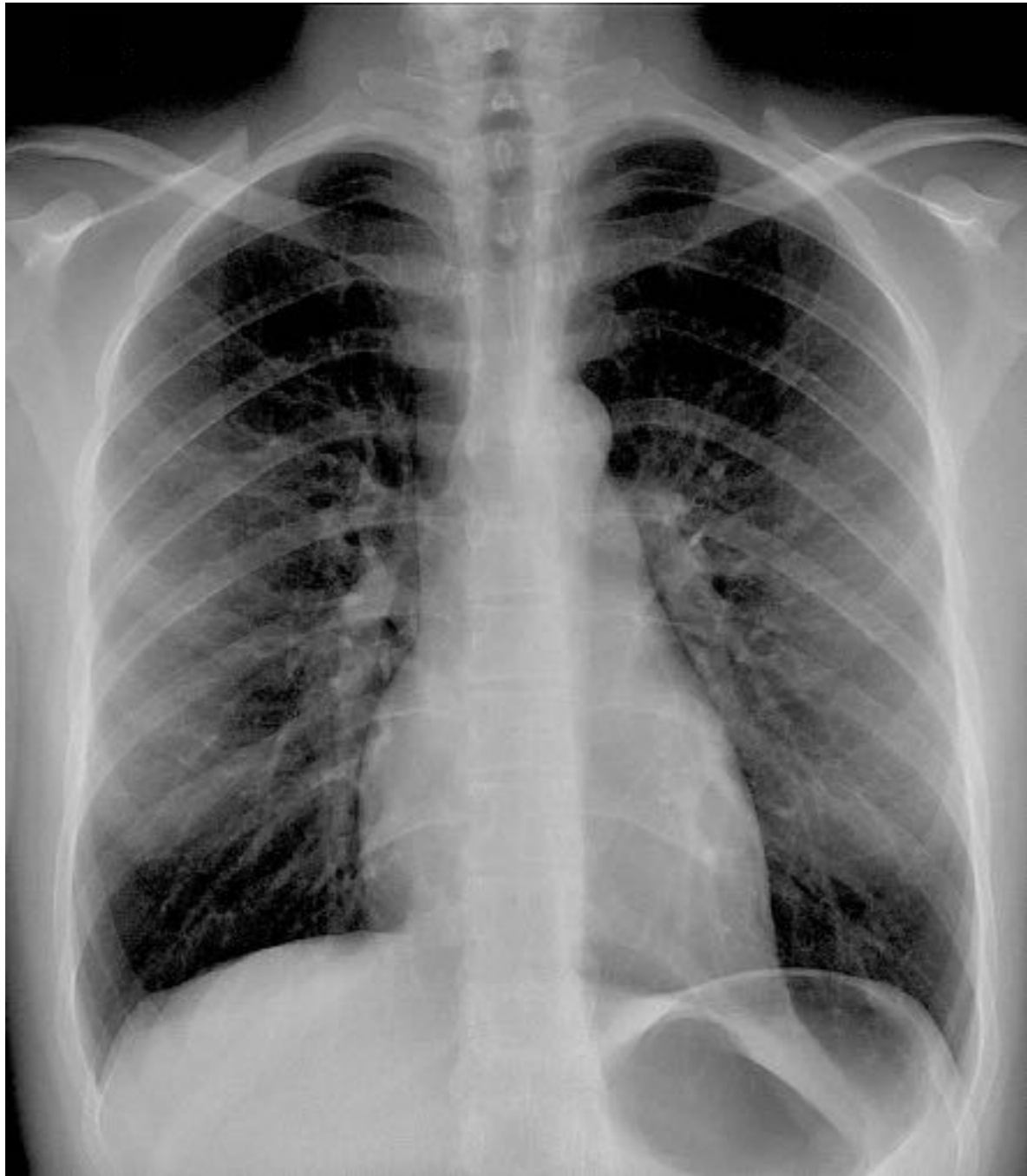
Enfermedad Aguda de Montaña y Edema cerebral de altura



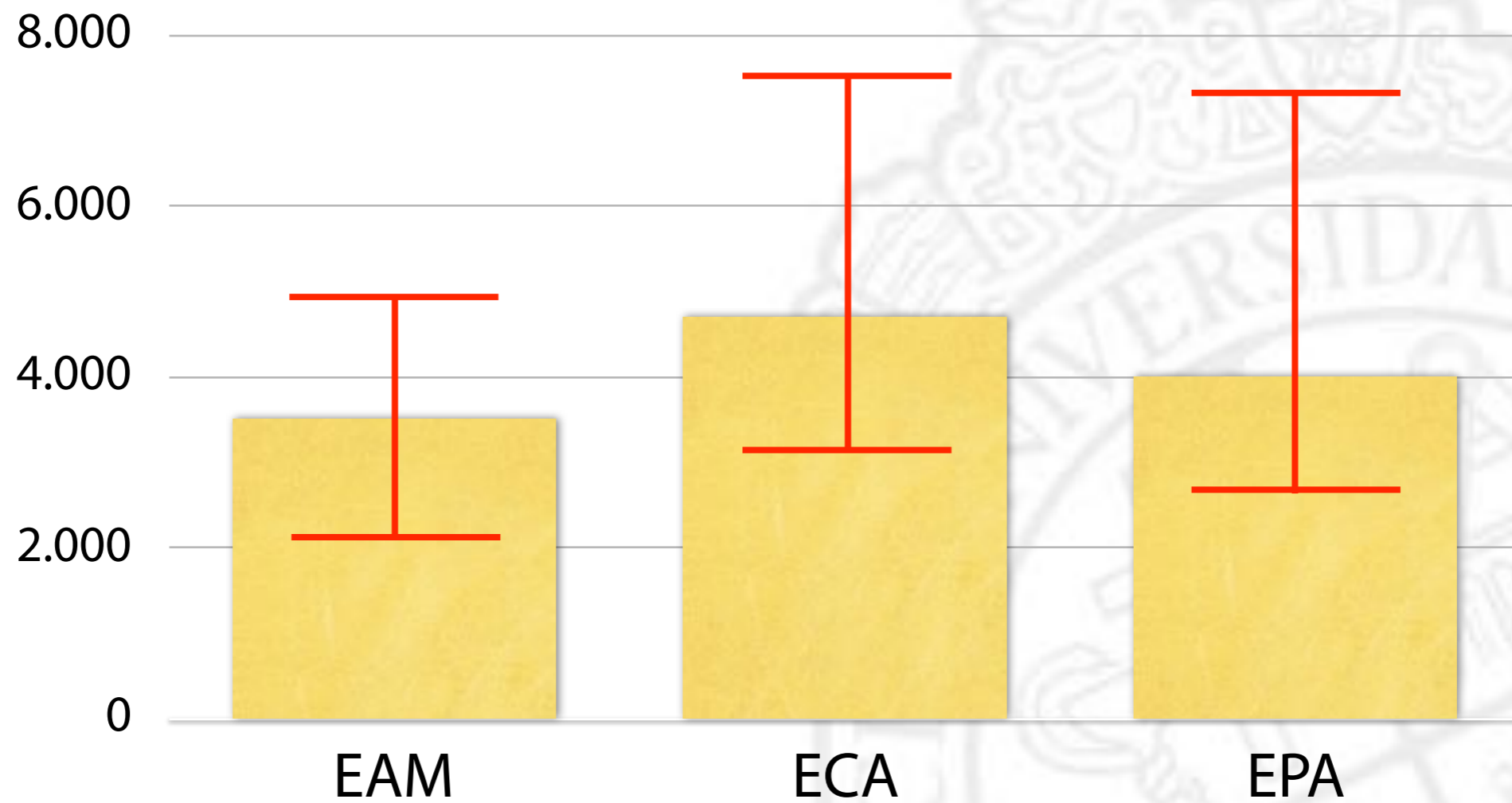
Edema pulmonar de altura



Edema pulmonar de altura



Presentación



Criterios diagnósticos EAM Y ECA

- Consenso Lake Louise (1991)

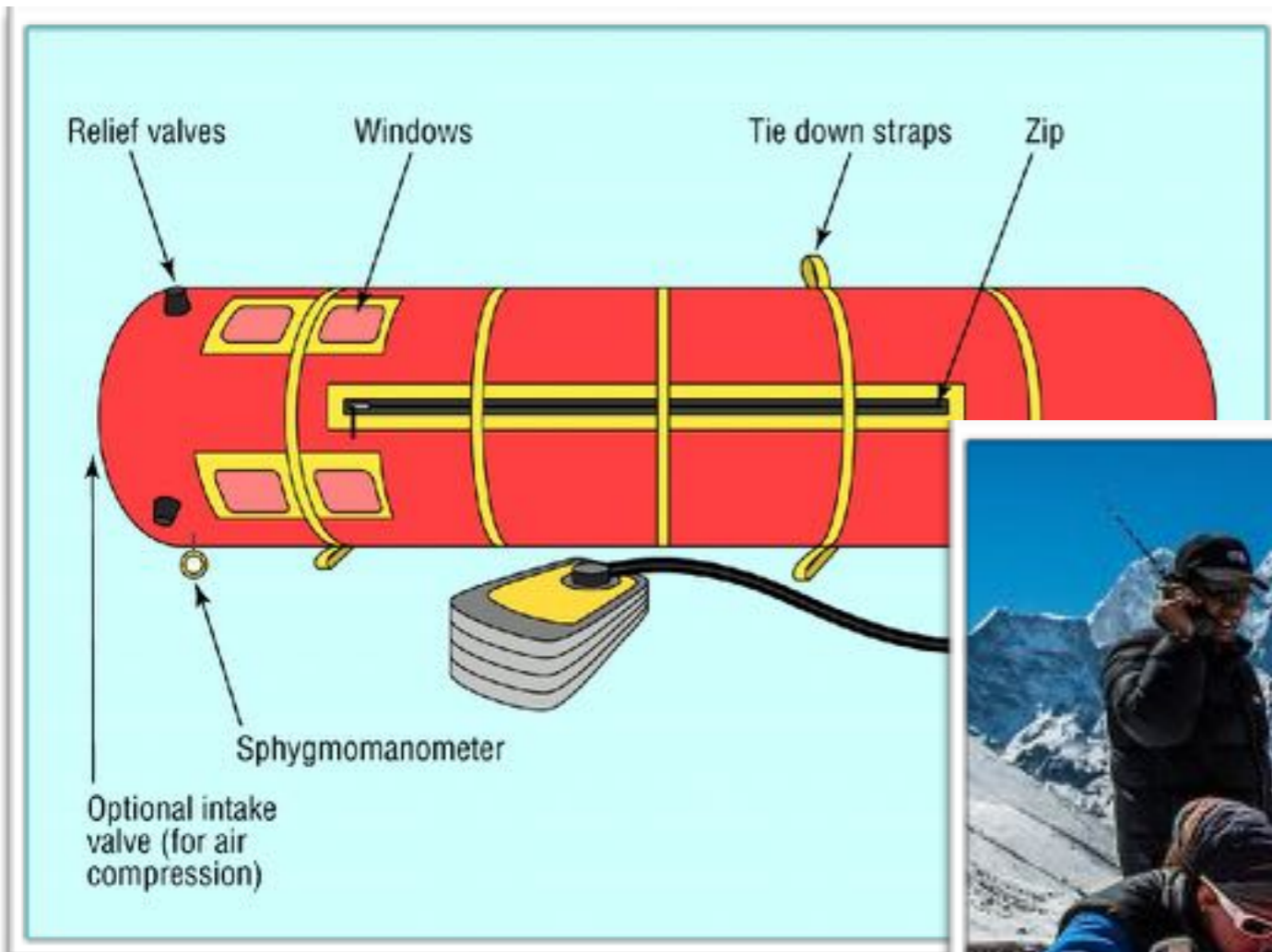
Signos y síntomas*	Puntaje
Cefalea	0 a 3
Síntomas gastrointestinales	0 a 3
Fatiga / debilidad	0 a 3
Mareo	0 a 3
Dificultad para dormir	0 a 3
Compromiso de conciencia	0 a 4
Ataxia	0 a 4
Total	

*Evaluación de últimas 24 horas

Tratamiento en terreno

	EAM leve	EAM moderado a severo	ECA	EPA
Medidas generales	Detener el ascenso, reposo, aclimatación a la misma altitud	Descender \geq 500 mts Cámara hiperbárica si no es posible el descenso inmediato Evitar actividad física e hipoventilación		
Medicamentos	Ibuprofeno Acetazolamida Antieméticos según necesidad	Tratamiento EAM + Dexametasona		Tratamiento EAM + Nifedipino retard Considerar sildenafil, tadalafil y salmeterol
Oxígeno	Si está disponible		2-4 L/min	4-6 L/min

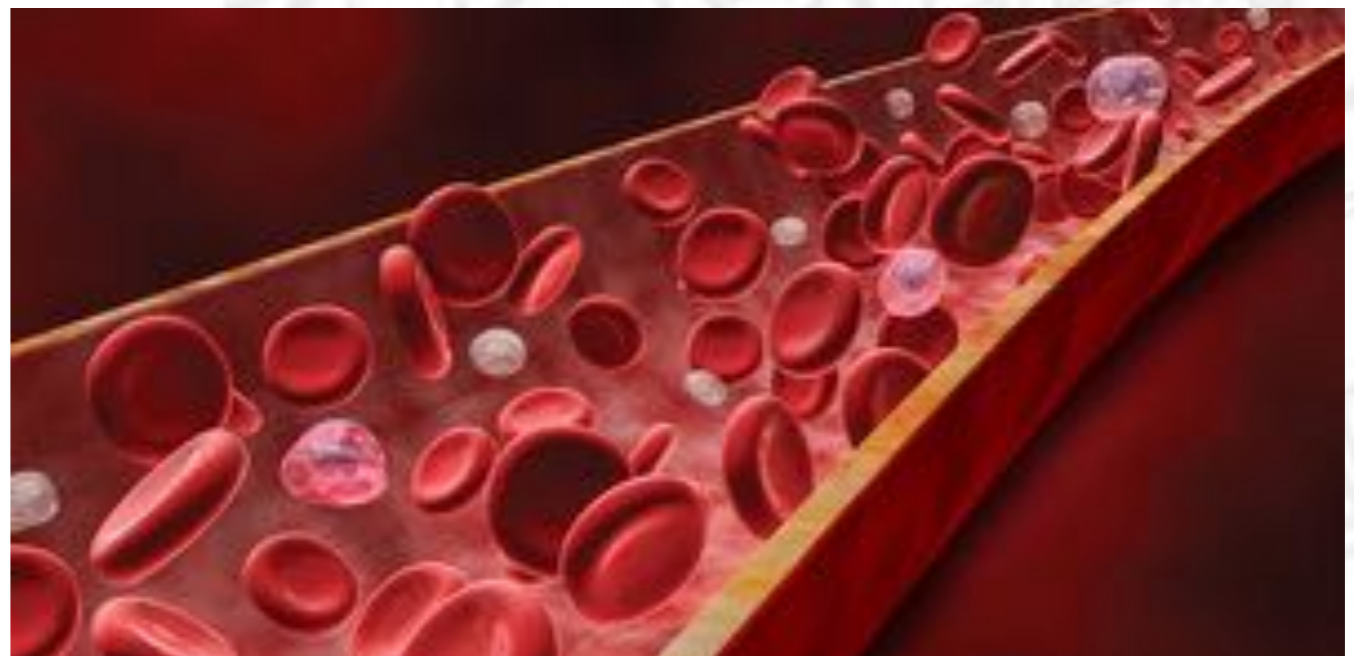
Tratamiento en terreno



Medicamentos: mecanismos y efectos secundarios

Medicamento	Mecanismo	Efectos secundarios
Acetazolamida	Estimulación de respiración a través de eliminación de bicarbonato	Contraindicado en alergias sulfas, embarazo Parestesia, poliuria
Dexametasona	Disminución de volumen sanguíneo cerebral y disminución de permeabilidad capilar cerebral	Efecto rebote, sin efecto en aclimatación, cambio en estado de ánimo, hiperglicemia, dispepsia
Nifedipino	Disminuye presión de arteria pulmonar actuando en músculo liso	Hipotensión y taquicardia refleja. Contraindicado en embarazo
β agonistas Salmeterol Albuterol	<i>Up regulation</i> de transportadores transepiteliales de sodio alveolar Aumento del <i>clearance</i> del líquido alveolar	Infrecuentes
Sildenafil / Tadalafil	Vasodilatador pulmonar	Reflujo gastroesofágico

Medicamentos: mecanismos y efectos secundarios



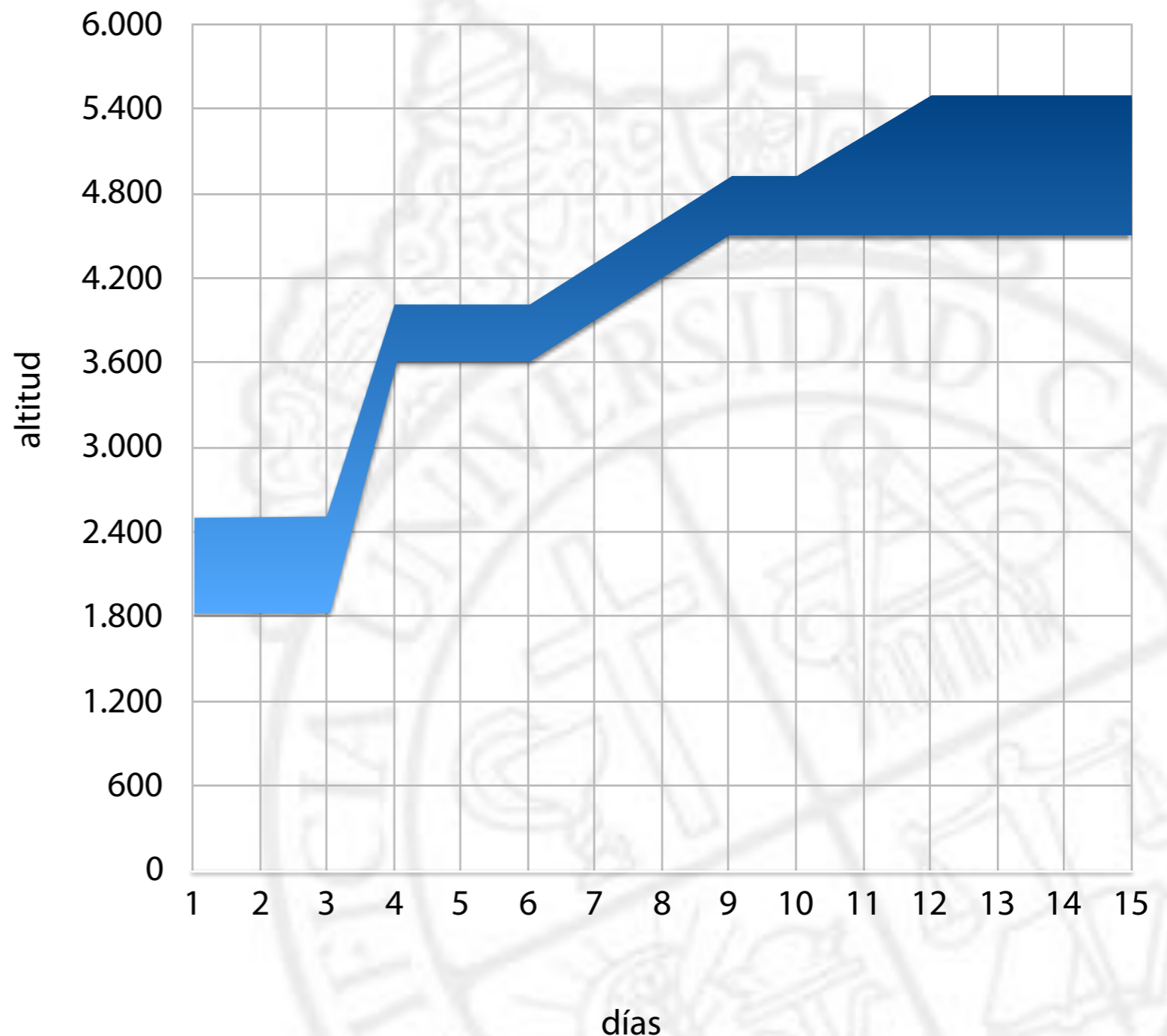
ACLIMATACIÓN

¿CÓMO PUEDO
LLEGAR A
GRANDES
ALTITUDES?



Prevención de enfermedades de altura

- Sobre 3000 msnm
↑ altitud de descanso en 300 a 600 m/día
- Día extra de descanso c/1000m adicionales
- “Escala alto y duerme bajo”



Summit 29000
Camp IX 27900

SOUTH PEAK
SUMMIT

CHART OF THE ASCENT OF EVEREST

(Prepared by CHARTWELL PRESS)

Camp VIII 26000
Camp VII 24000
Camp VI 23000
Camp V 22000
Camp IV 21700
Camp III 20200
Camp II 18400
Base Camp 17900

- LEGEND**
- Assault Parties
 - Climbing Parties
 - - - Stores Parties in support of Climbers
 - Stores Party

ICEFALL

WESTERN CWM

LHOTSE FACE

SOUTH COL

SOUTH PEAK

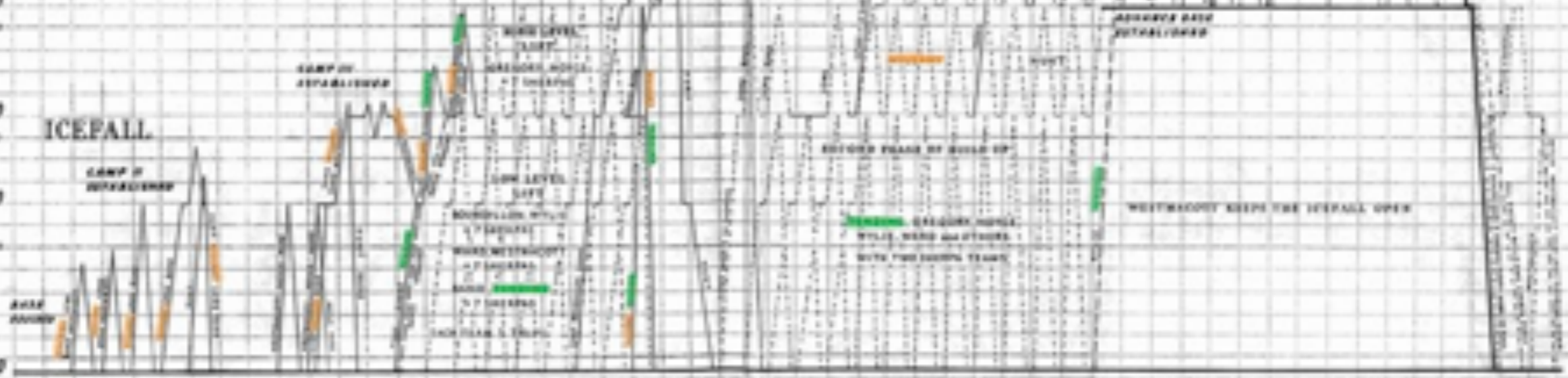
SUMMIT

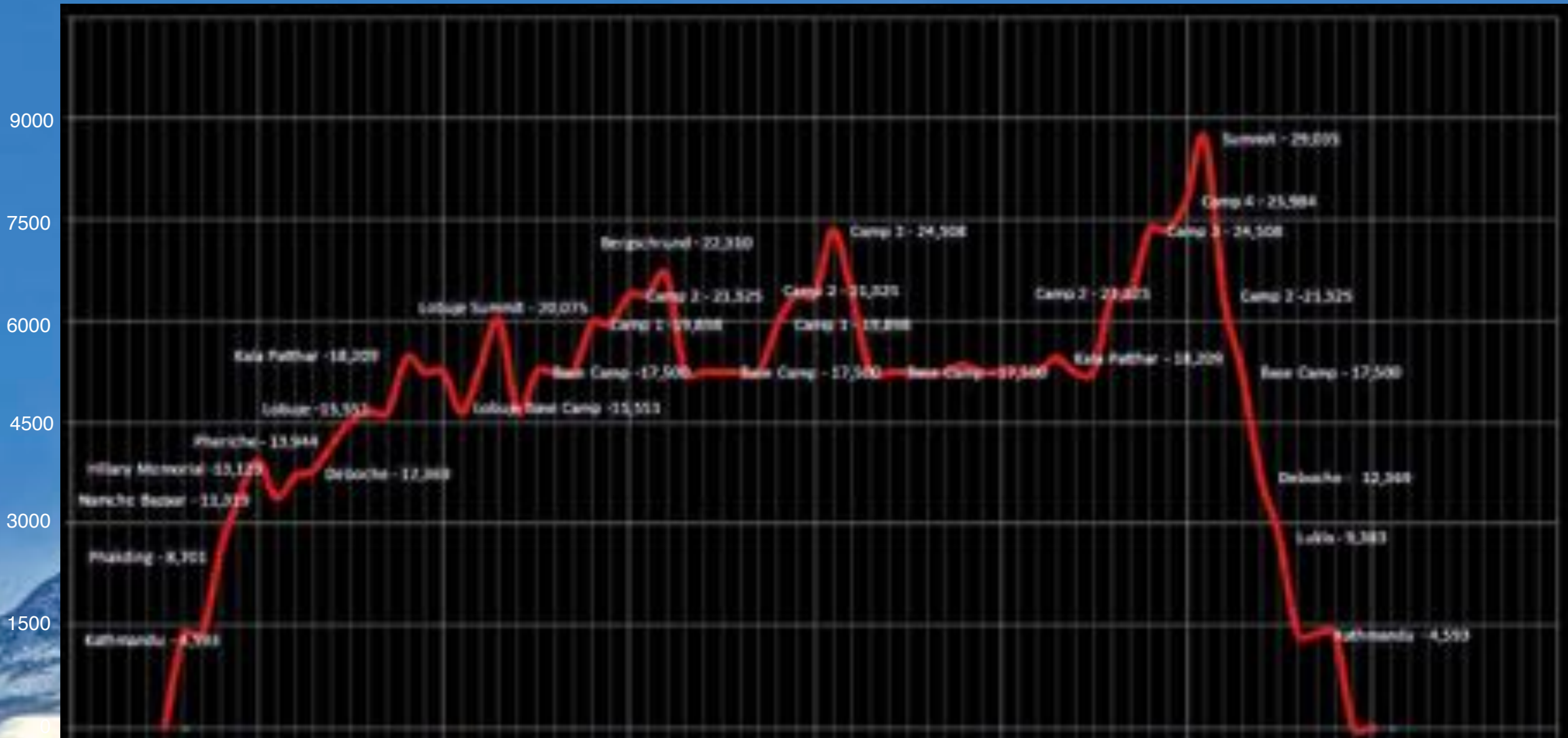
APRIL

MAY

JUNE

10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 27 29 31 1 3 5





Deterioro de la altura

- Sobre 5500 msnm
- Anorexia y pérdida de peso
- Fatigabilidad no recuperable
- Insomnio
- Deterioro físico y mental

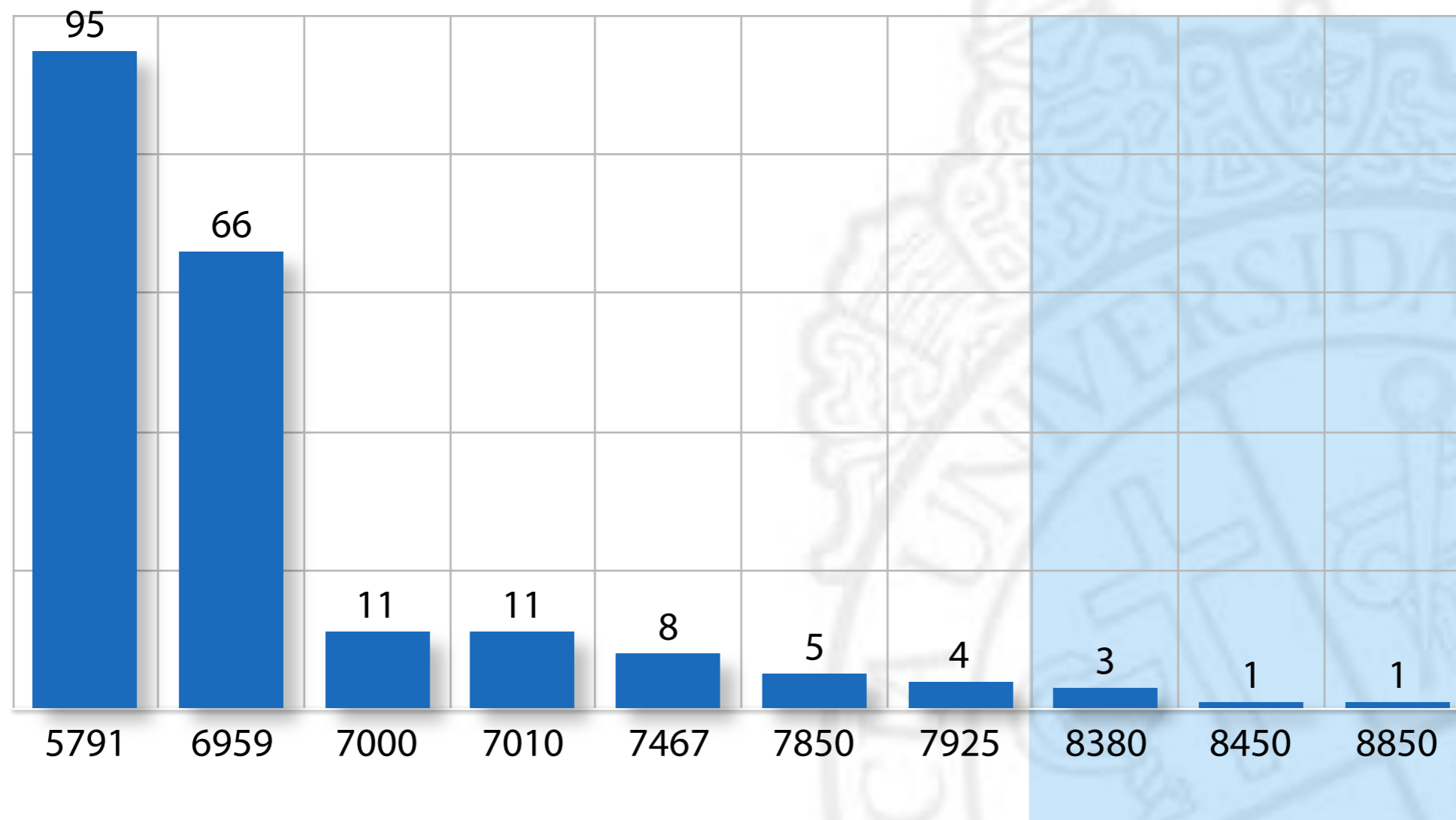


Zona de la muerte o Death Zone

- Sobre 8000 msnm o 26000 pies
- Deterioro físico acelerado e irreversible mientras se permanezca a esa altitud

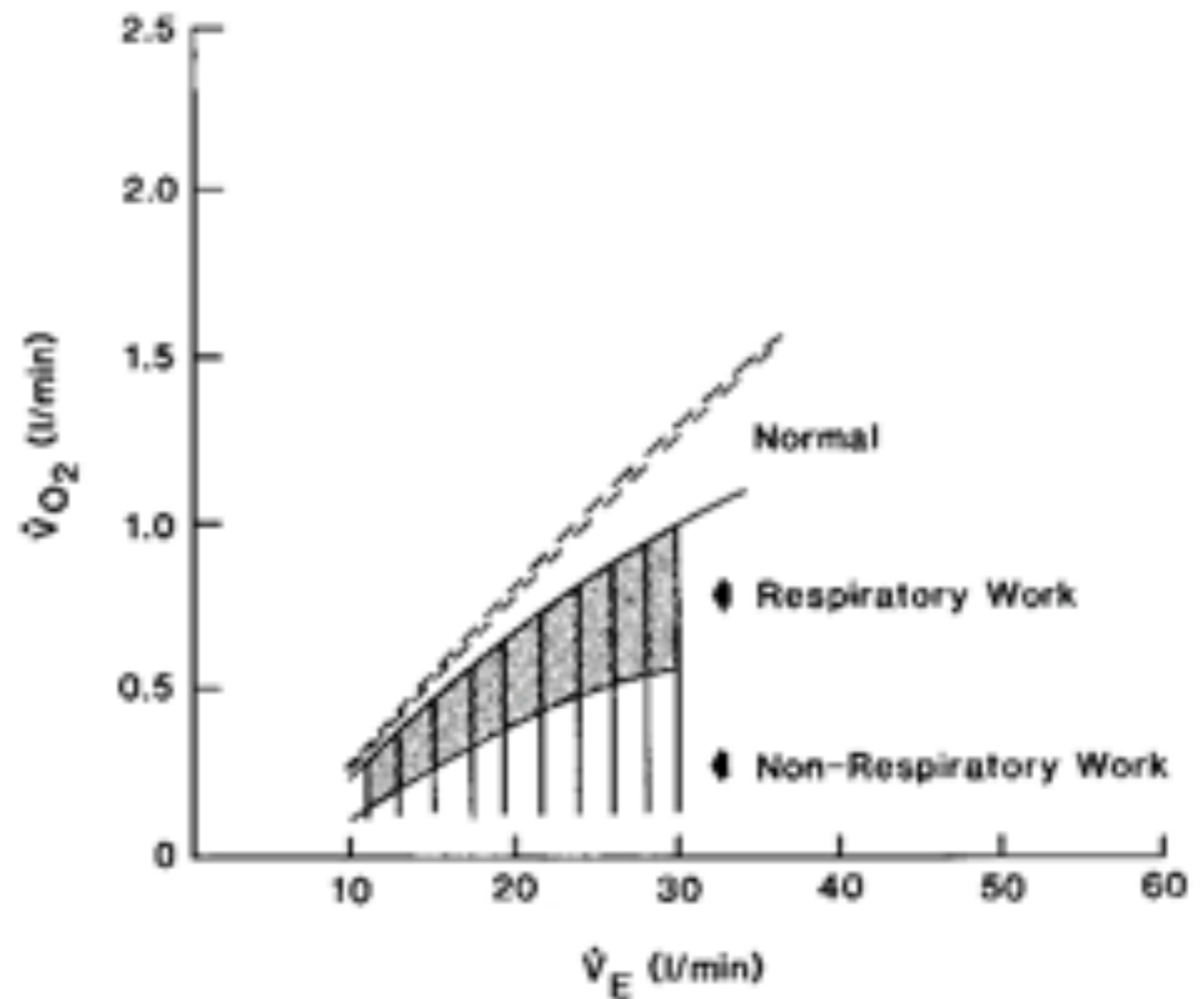


Zona de la muerte o Death Zone



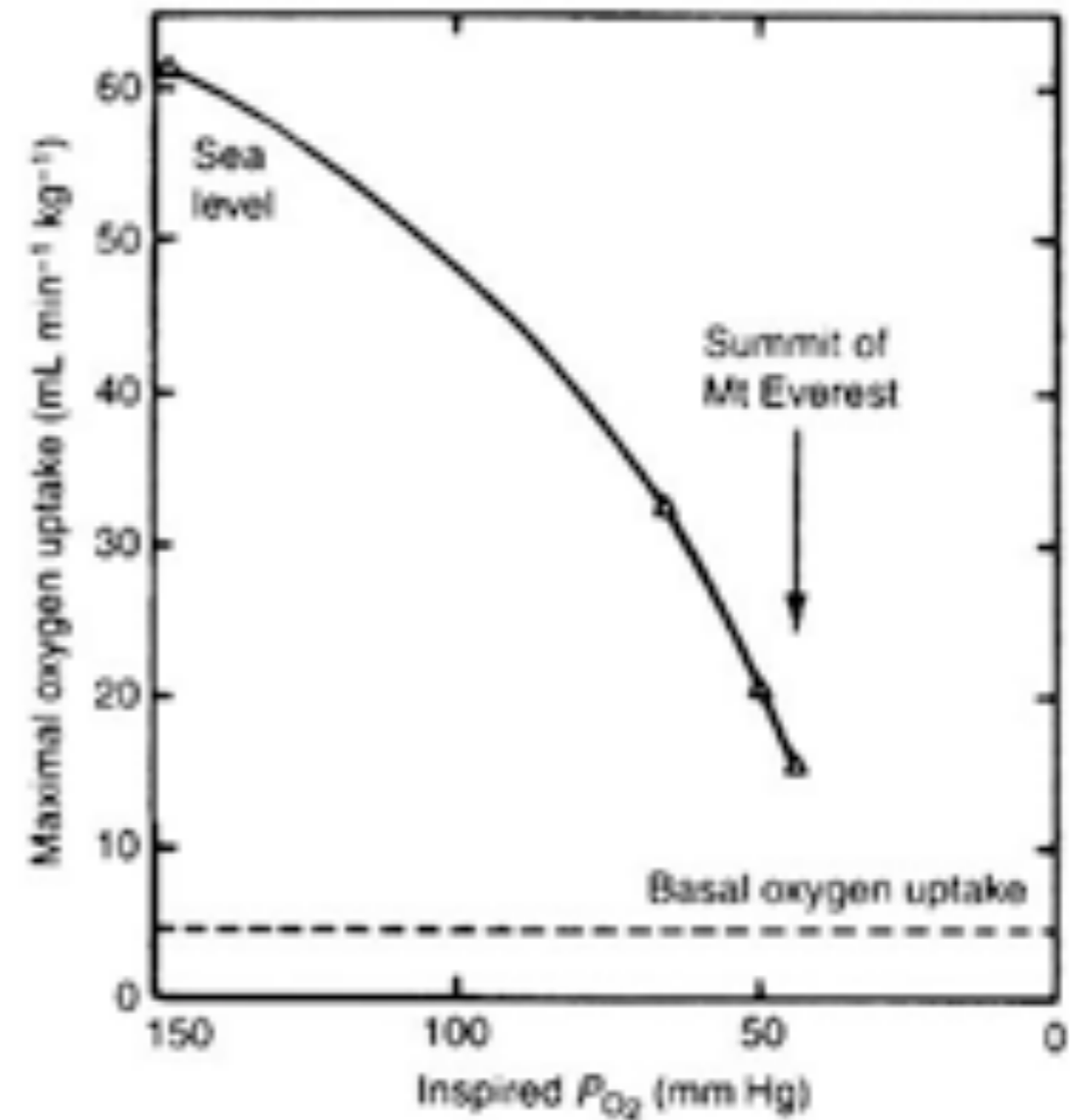
Límite del ser humano en altura

- ¿Hasta qué altitud puede ascender una persona en altura?
 - Probablemente hasta los 9250 msnm



Límite del ser humano en altura

- ¿Hasta qué altitud puede ascender una persona en altura?
 - Probablemente hasta los 9250 msnm



¿Cómo lograr un rendimiento óptimo en altura?



EXPOSICIÓN



Entrenamiento



Pre-aclimatación



Índice de masa corporal



Altitud



Esfuerzo físico



Velocidad de ascenso



Hidratación y Dieta



Factores mentales y de equipo humano



Exposición



Entrenamiento



Pre-aclimatación



de masa corporal



Respiración



Alta



Respiración en altura



Respiración en altura



Respiración en altura



EXPOSICIÓN



Entrenamiento



Travesía



Altitud



Reserva energética



Pre-aclimatación



Índice de masa corporal



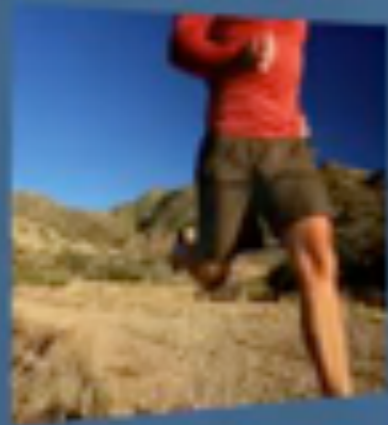
Velocidad de ascenso



Resistencia



Pre-aclimatación



Entrenamiento



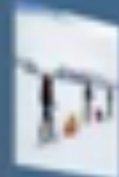
Índice de masa corporal



Altitud



Estado físico



Selección de vacunas



Horizontales de O2



Factores ambientales de adaptación



EXPOSICIÓN



Entrenamiento



Índice de masa corporal



Factores metabólicos de adaptación



Velocidad de ascenso



Hidratación y Dieta



Entrenamiento



Índice de masa corporal



Altitud



Ejercicios físicos



Efectos fisiológicos y de salud



Velocidad de ascenso



Posición



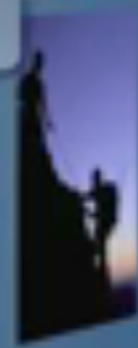
Índice de masa corporal



Esfuerzo físico



Factores ambientales y fisiológicos



Altitud



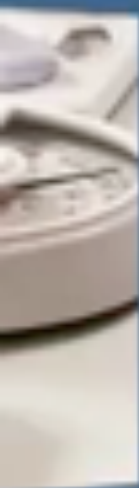
Velocidad de ascenso



Hidratación y Dieta



sa corporal



Altitud



Esfuerzo físico



Factores mentales y de equipo humano

Velocidad de ascenso



Hidratación y Dieta



POSICIÓN



Altitud



Esfuerzo físico



Factores mentales y de equipo humano



Velocidad de ascenso



Hidratación y Dieta



Altitud



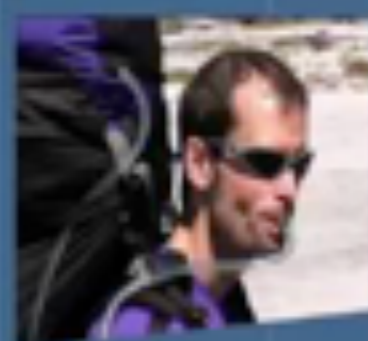
Esfuerzo físico



Velocidad de ascenso



Hidratación y Dieta



Factores mentales y de equipo humano









A high-altitude mountain landscape with a climber in the foreground and the word '#IMPOSSIBLE' overlaid in the center. The climber is wearing a red jacket and is positioned on a snow-covered ridge. The background shows a vast, rugged mountain range under a clear blue sky. The text is in a large, black, serif font, with a red cross symbol replacing the first 'I' in 'IMPOSSIBLE'.

#IMPOSSIBLE



Muchas Gracias

