

# Respirar en altitudes extremas. Proyectos científicos "EVEREST" (Segunda parte)

Eduardo Garrido<sup>1,2</sup>, Oriol Sibila<sup>3</sup>, Ginés Viscor<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Hipobaría y Fisiología Biomédica. Universidad de Barcelona. <sup>2</sup>Instituto de Estudios de Medicina de Montaña. Barcelona. <sup>3</sup>Servicio de Neumología. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona. <sup>4</sup>Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología. Universidad de Barcelona.

**Recibido:** 03.03.2017  
**Aceptado:** 31.05.2017

## Resumen

Escalar el punto más alto de la Tierra, el Mt. Everest (8.848 m), sin equipos de oxígeno conlleva una demanda fisiológica que está próxima a la máxima capacidad de tolerancia humana. Exponerse a altitudes extremas condiciona drásticamente la función pulmonar, el nivel de oxígeno y el rendimiento físico. Esta revisión reúne interesantes aspectos respiratorios, de gases sanguíneos y ejercicio aeróbico aportados por aquellos proyectos científicos que han llevado a cabo mediciones fisiológicas entre 8.000 m y 8.848 m, en altitud real o simulada, como las Operaciones "Everest I" (1946), "Everest II" (1985) y "Everest III-COMEX" (1997), y las Expediciones "AMREE" (1981), "British 40th Anniversary Everest" (1993) y "Caudwell Xtrem Everest" (2007). Estos fascinantes eventos de investigación, junto a otros destacados proyectos biomédicos realizados a más de 5.500 m, muy especialmente las Expediciones "Silver Hut" (1960-61), "Italiana all'Everest" (1973) y "British Everest Medical" (1994), incluyendo aquellas pioneras observaciones científicas llevadas a cabo en el s.XIX hasta los más recientes proyectos de investigación realizados, han sentado las bases del conocimiento sobre la tolerancia humana ante niveles de hipoxia hipobárica extrema, donde el pulmón y la cadena respiratoria adquieren un trascendente protagonismo requiriéndose de finos ajustes fisiológicos que garanticen la oxigenación celular. Asimismo, se exponen ciertos aspectos geofísicos, factores climáticos y otros condicionantes ambientales que limitan la viabilidad biológica y pueden afectar la salud respiratoria de los alpinistas situados en las cotas superiores de la troposfera a la latitud subtropical donde se encuentra ubicada dicha montaña. Actualmente cientos de alpinistas intentan alcanzar la cumbre del Mt. Everest todos los años, pero solo algunos consiguen su objetivo sin inhalar oxígeno suplementario, entre ellos algunos excepcionalmente dotados nativos Sherpa, protagonistas de insospechadas hazañas en la montaña más elevada de la superficie terrestre, cuya cima roza el límite fisiológico de supervivencia para el ser humano.

## Palabras clave:

Altitud. Consumo de oxígeno. Hipoxia. Montañismo. Presión atmosférica. Respiración.

## Breathing at extreme altitudes. Scientific projects "EVEREST" (Second part)

### Summary

Climbing to the highest height on Earth, the Mt. Everest (8.848 m), without supplementary oxygen equipment involves a physiological demand that is close to the maximum human tolerance. Exposures at extreme altitudes drastically conditions lung function, stores of oxygen and physical performance. This review brings interesting aspects about respiration, blood gases and aerobic exercise reported by those scientific projects that have carried out physiological measurements between 8,000 m and 8,848 m above sea level, under real or simulated altitude: the Operations "Everest I" (1946), "Everest II" (1985), "Everest III-COMEX" (1997), and the Expeditions "AMREE" (1981), "British 40th Anniversary Everest" (1993), and "Caudwell Xtrem Everest" (2007). These fascinating scientific research events, along with other outstanding biomedical expeditions performed above 5,500 m, like especially the "Silver Hut" (1960-61), "Italiana all'Everest" (1973), and "British Everest Medical" (1994), including those pioneer scientific reports made on the XIX century until the most recent research projects performed, have laid the foundations and knowledge on the human tolerance to such extreme levels of hypobaric hypoxia, where the lung, breathing and respiratory chain takes on a major role requiring fine physiological adjustments to ensure cellular oxygenation. Geophysical aspects, climatic factors and other environmental conditions that limit the biological viability and can affect the respiratory health of climbers on the upper troposphere zone at the subtropical latitude where that mountain is located are likewise reviewed and analyzed. Every year, hundreds of climbers try to reach the top of Mt. Everest, but only a few of them achieved their goal without inhaling supplemental oxygen, including some exceptionally gifted Sherpa natives, protagonist on unsuspected exploits in the highest mountain on terrestrial surface, whose summit touch the physiological limit of survival for the human being.

## Key words:

Altitude. Oxygen uptake. Hypoxia. Mountaineering. Atmospheric pressure. Respiration.

**Correspondencia:** Eduardo Garrido  
E-mail: eduardogarrido@movistar.es