



# Urgencias y emergencias en medicina de montaña, problemas de adaptación a la hipoxia hipobárica y rescate aéreo de víctimas: un enfoque histórico

P. A. Martínez-Carpio<sup>1</sup>, R. Battestini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CENTRAL DE COORDINACIÓN. 061-SERVICIO COORDINADOR DE URGENCIAS DE BARCELONA.

<sup>2</sup>INSTITUTO DE ESTUDIOS DE MEDICINA DE MONTAÑA. BARCELONA.

## RESUMEN

El año 2002 fue declarado Año Internacional de las Montañas de las Naciones Unidas. La Medicina de Montaña puede considerarse hoy como una especialidad médica multidisciplinar basada fundamentalmente en el estudio fisiológico y patológico del hombre en situación de hipoxia hipobárica, pero también bajo otras condiciones propias de la alta montaña. El creciente número de montañeros que se propone alcanzar determinadas cumbres, junto a la ingente cantidad de aficionados a los deportes alpinos, se asocia irremediablemente a un aumento en el número de accidentes y víctimas, cuyo rescate y salvamento es uno de los más complejos que se conocen. Esta revisión pretende acercar al lector la historia y fundamentos de la Medicina de Montaña, recordar las urgencias más estudiadas en relación a una mala adaptación a la hipoxia hipobárica, así como la historia y peculiaridades del rescate aéreo.

**Palabras clave:** Medicina de Montaña. Hipoxia hipobárica. Rescate aéreo. Historia de la Medicina.

## LA MEDICINA DE MONTAÑA: UNA ESPECIALIDAD CON ENTIDAD PROPIA

Los más importantes tratados nacionales e internacionales de Medicina de Montaña consideran que los primeros conoci-

## ABSTRACT

Emergencies and urgencies in mountain medicine: hypobaric hypoxia: adaptation problems and airborne rescue of victims: a historical approach

The year 2002 was declared to be the United Nations International Mountain Year. Mountain, or High-Altitude, Medicine can today be considered to represent a multidisciplinary medical speciality based fundamentally on the physiologic and pathologic study of Man in situations of hypobaric hypoxia, but also under other conditions to be found in the high-mountain environment. The increasing number of mountaineers attempting to reach some definite heights, together with the burgeoning amount of alpine sports amateurs, is unavoidably linked to an increase in the number of accidents and of victims, and their rescue and retrieval is among the most complex ones known. The present review represents an attempt to bring the reader closer to the history and fundamentals of High-Altitude, or Mountain, Medicine and to remind him of the best studied emergency situations related to maladaptation to hypobaric hypoxia, as well as to the history and particularities of airborne rescue.

**Key Words:** Mountain medicine. High-altitude medicine. Hypobaric hypoxia. Air rescue. History of Medicine.

mientos específicos de esta especialidad se deben al naturalista y jesuita español José de Acosta, conocido como Plinio del Nuevo Mundo, cuando describe con gran precisión la sintomatología del mal de montaña, mal de altura, o enfermedad de las alturas, en base a su propia experiencia al ascender a

**Correspondencia:** P. A. Martínez-Carpio  
Corts Catalanes, 275-281, 3º-8ª izq  
08014 Barcelona

**Fecha de recepción:** 24-9-2002  
**Fecha de aceptación:** 17-6-2003

los Andes Peruanos<sup>1-5</sup>. Consideramos que con el padre Acosta nace la patología ambiental, la Medicina de Montaña y la Medicina Aeronáutica, pues un factor ambiental relacionado con la hipoxia y con la altura era el responsable de una enfermedad consecuencia exclusiva de un fracaso en los mecanismos adaptativos<sup>1-5</sup>. Paul Bert fue el principal impulsor del estudio científico de la Medicina de Montaña construyendo la primera cámara hipobárica para simular los efectos de la altitud. En 1878 publica su obra póstuma, *La pression barométrique*, que supone una revolución en el estudio fisiológico del hombre, pues lo estudia bajo una condición hasta entonces inexplorada: la hipoxia hipobárica<sup>2-6-8</sup>. A medida que aumenta la altura disminuye la presión atmosférica (hipobaría), y consecuentemente la presión parcial de oxígeno, condicionando un estado de hipoxia más o menos grave, en función de la respuesta de los mecanismos adaptativos.

Durante el siglo XIX la práctica totalidad de las cumbres alpinas fueron conquistadas por montañeros británicos (el Wetterhorn en 1854, el Mönch en 1865, etc.). En 1857 se funda el primer Club Alpino en Londres. A partir de entonces surge el montañismo como una actividad socio-deportiva organizada: Club Alpino Austríaco (1862), Club Alpino Suizo (1863), Club Alpino Italiano (1863), Club Alpino Alemán (1868), Club Alpino Francés (1874), Centre Excursionista de Catalunya (1876), Club Alpino Español (1908) y Club de Peñalara (1915)<sup>5</sup>. En enero de 1921, expedicionarios británicos se dirigen a culminar el Everest, produciéndose en bastantes casos trastornos digestivos graves y la muerte de uno de los médicos de la expedición. Las investigaciones fisiológicas en las estaciones de Cabana Margarita, Mont Rosso y Morococha ya indicaban que la hipoxia era el factor más agresivo en la práctica del montañismo, que era precisa una aclimatación y que respirar oxígeno parecía imprescindible para alcanzar las más altas cotas. En 1922, Mallory, Somerwell y Crawford deciden ascender sin oxígeno alegando el contratiempo que suponía cargar con una bombona de 12,5 Kg. Demostraron que se podía vivir durante cierto tiempo a 8000 m, prescindiendo de tal gas, sin los conocimientos fisiológicos actuales, sin la moderna preparación física y sin los medios técnicos contemporáneos. No obstante, el fracaso en múltiples intentos para culminar el Everest sin oxígeno parecían indicar que éste debía ser imprescindible para alcanzar tal hazaña. Las dudas se disiparon el 8 de mayo de 1978, cuando Messner y Habeber lo lograron. En 1985 un grupo de médicos europeos fundan en Suiza la Sociedad Internacional de Medicina de Montaña, oficializándose la especialidad dentro de la comunidad médica<sup>7,8</sup>.

La historia del montañismo y de la Medicina de Montaña en España tiene también sus hitos históricos. La conquista del medio aéreo supone los ancestros históricos tanto de la Medici-

na Aeronáutica como de la Medicina de Montaña y así sucedió también en nuestro país<sup>9</sup>. De hecho, ambas disciplinas tienen muchos elementos comunes: la altura, la hipoxia, la hipobaría, el frío, las radiaciones, la meteorología..., a pesar de que la aeronáutica actual, en que las aeronaves se encuentran presurizadas y climatizadas, representa otro mundo. Pero incluso bajo condiciones tan diferentes, nuestros órganos y sistemas corporales parecen manifestar respuestas adaptativas y patológicas comunes. Por ejemplo, alteraciones visuales detectadas en pilotos aéreos<sup>10</sup> parecen afectar en parte a los montañeros<sup>11</sup>. La conclusión es sencilla: todos nosotros estamos diseñados para funcionar hasta una cierta altura y cuando ésta se sobrepasa, siempre conlleva un riesgo. Tras el descubrimiento del globo, el intrépido aeronauta italiano Vicente Lunardi fue el primer viajero aéreo que cruzó el cielo español y el de muchas ciudades europeas, como Londres, Madrid, Lisboa y Barcelona<sup>3</sup>. El 12 de Agosto de 1792, Lunardi realiza el primer vuelo aéreo español entre Madrid y Daganzo, a 28 Km de la capital<sup>3</sup>. En 1794, dos médicos catalanes, Francesc Salvá y Francesc Santpons, fueron los primeros españoles en elevar un globo aerostático no tripulado, concretamente en el Portal de l'Àngel, en Barcelona<sup>9</sup>. Poco después, el 8 de mayo de 1800, el Dr. Doménech Bover pronunciaba ante el claustro de profesores de la Facultad de Medicina de la Universidad de Barcelona la disertación "Uso de los globos aerostáticos aplicados a la Medicina", según la cual la respiración de un aire "más puro" podía curar muchas enfermedades<sup>3,9</sup>. No obstante, algunos consideramos que la Medicina de Montaña en España nace como especialidad con entidad propia en 1900, cuando en el Congreso Internacional de Alpinismo, celebrado en el mes de agosto de aquel año, el Dr. Manuel Font lee su trabajo "El mal de montaña"<sup>17,8</sup>. En 1922, E. Pellicer es el artífice de las primeras conferencias en España sobre el Everest, donde se examinan las funciones del médico de la expedición. En 1925 se constituye la Federación de Comités Asturianos de Turismo, creándose una comisión de excursionismo. En 1934 Julián Delgado Úbeda facilita la creación de la Sociedad Española de Alpinismo. En 1939 renace la Federación Española de Montañismo y Esquí, presidida por el Dr. Eloy González. Dos años después, esta federación se desdobra en la Federación de Montaña y en la Federación de Esquí. Juan Delgado es nombrado presidente de la Federación Española de Montaña y puede considerarse el gran impulsor del montañismo español moderno. Los médicos se percatan del valor de una rápida primera asistencia a los montañistas accidentados. La delegación catalana de la Federación Española de Montaña promueve un gran número de cursos de primeros auxilios y rescate, donde participan como profesores los doctores Figueras Gras, Olivella, Padrós, Parelló y Castelló-Roca. La Medicina de Montaña en la Península se centraba en los accidentes, pues las



máximas alturas que se conseguían no sobrepasaban los 3500 m y por tanto los problemas fisiopatológicos (edemas pulmonares, cerebrales, etc.) eran poco relevantes<sup>7,8</sup>.

A partir de 1980, y hasta el día de hoy, estudios relativos a la Medicina de Montaña no cesan de aparecer en la literatura científica internacional. La fisiopatología relacionada con la hipoxia cada vez se entiende más a fondo, y cada día se descubren nuevos mecanismos biofísicos, bioquímicos y fisiológicos que se someten a modificaciones. Los trabajos científicos que se realizan en las expediciones a alta montaña cada vez son más sofisticados, y los estudios virtuales con cámara hipobárica cada vez más perfectos. Tanto la investigación básica como clínica nos aporta tal cantidad de información que resulta imposible conocer a fondo todos los detalles. En perfecta simbiosis, muchas especialidades médicas se nutren de los conocimientos propios de la Medicina de Montaña y, por otra, la Medicina de Montaña incorpora a su ámbito de estudio los conocimientos de muchas otras especialidades médicas, tanto básicas como clínicas<sup>12-32</sup>.

Estados Unidos, Gran Bretaña, China, India, Rusia, Francia, Alemania, Italia, Suiza, Austria y España destacan entre las potencias mundiales con más tradición e interés en el estudio de la Medicina de Montaña. Perú se considera una potencia histórica, pues en ese país la Medicina de Montaña supone la especialidad médica más "exportada" internacionalmente. Estados Unidos y China se vislumbran como las mayores potencias en el desarrollo de la Medicina de Montaña en un futuro próximo<sup>7</sup>.

La fisiopatología relacionada con la Medicina de Montaña tiene su base principal en el estudio de todos aquellos procesos encaminados a conseguir una adaptación a la hipoxia hipobárica<sup>15-32</sup>. Sin embargo, existen otros factores que también juegan un papel importante en el ambiente de montaña, como son los cambios térmicos, sobre todo el frío, las radiaciones solares, los factores meteorológicos (humedad y movimientos del aire, precipitaciones...) y otros agentes nocivos<sup>12-14</sup>. El problema de la hipobaría es el causante de la enfermedad descompresiva aérea, más frecuente en aeronáutica<sup>3</sup>. En cambio, la hipoxia constituye la etiopatogenia de la gran mayoría de modificaciones fisiológicas que repercuten sobre los sistemas respiratorio, cardiovascular, muscular y nervioso, así como sobre los órganos de los sentidos y sobre el metabolismo celular<sup>15-32</sup>. Los estudios fisiológicos relacionados con la hipoxia no sólo tienen interés en Medicina de Montaña, sino que estas investigaciones aportan una información valiosa que tiene importantes aplicaciones en otros campos de la Medicina y de la Cirugía<sup>3,7</sup>. La investigación de la hipoxia puede hacerse a través de experimentos de altitud simulada (utilizando mezclas de gases o cámara hipobárica) o en laboratorios (bien fijos, observatorios, a una altura determinada, o bien temporales, en el curso de una expedi-

ción)<sup>2</sup>. Las primeras investigaciones realizadas en los Alpes constataban que con la altura disminuía la presión parcial de oxígeno, tanto a nivel arterial como alveolar, y que los efectos de la hipoxia eran muy diferentes en función de si ésta se instauraba de modo agudo, subagudo o crónico, indicando la importancia de los mecanismos adaptativos<sup>2,3</sup>. El momento y el modo en el que actúan cada uno de los procesos implicados en la aclimatación ventilatoria se conoce cada vez mejor<sup>2</sup>. Determinadas patologías como el mal de montaña o mal de altura (agudo), el edema pulmonar de las alturas, el edema cerebral de las alturas, determinados accidentes tromboembólicos y hemorrágicos debidos a la altitud y el mal de montaña crónico (Soroche o enfermedad de Monge), son entidades nosológicas que hoy conocemos bien gracias a las aportaciones de esta especialidad<sup>2,4</sup>. En muchos casos se trata de auténticas emergencias médicas, pero son bastante desconocidas tanto en nuestro país como en la mayoría de países europeos, ya que su incidencia se asocia a alturas superiores a las habituales en nuestro medio.

Tanto el estudio de la fisiopatología de la altitud y de la hipoxia como el rescate y salvamento de víctimas son aspectos, muy diferentes entre sí, que suelen incluirse en los grandes simposiums internacionales de Medicina de Montaña<sup>33</sup>. Sin embargo, el ambiente de montaña y la práctica del montañismo, decíamos se relacionan estrechamente con otros muchos factores: la meteorología, el frío, el calor, el ejercicio físico, la alimentación, los accidentes y traumatismos leves, las enfermedades comunes (se puede coger una gripe a 8000 m), las urgencias médicas ambulatorias, las lesiones producidas por la fauna, las quemaduras solares, los efectos de las radiaciones, los exámenes de aptitud física para la práctica del montañismo, el estudio de la capacidad de tolerancia a la hipoxia, de las características psicológicas de los montañeros, de las relaciones humanas entre los expedicionarios, etc. Todos estos aspectos tienen interés para el propio montañero, para el médico que lo asesora antes de iniciar la expedición (muchas veces el médico de cabecera) y sobre todo para los médicos responsables de una expedición, médicos de salvamento aéreo y médicos dedicados al estudio específico de la Medicina de Montaña en todas sus vertientes. En definitiva, la Medicina de Montaña se basa en el estudio de la hipoxia, pero tiene otros muchos puntos de mira donde centrar su atención<sup>2-6,12-14</sup>. Unos conocimientos suficientes de Medicina de Montaña y de Patología Ambiental resultan interesantes para todo generalista. Muchas veces el montañero consulta a su médico en el momento de realizar un viaje o una expedición a alta montaña.

Empezamos un nuevo siglo en el que la tendencia a la superespecialización en la profesión médica continúa. En este momento, médicos con diversos perfiles profesionales estudian la Medicina de Montaña desde ópticas distintas y conocimientos y habilidades diferentes. Los conceptos básicos en

Medicina de Montaña son necesarios para todos, pero los detalles en cada campo requieren estudios específicos<sup>2,5</sup>. Por una parte, los médicos fisiólogos, que trabajan y realizan sus experimentos en universidades o en observatorios de montaña, utilizan animales de experimentación y seres humanos, para el estudio de laboratorio tanto *in vivo* como *in vitro*, tras someterlos, por ejemplo, a un hipobarismo en cámara. Se interesan por conocer los mecanismos bioquímicos y fisiológicos que se modifican en la célula, órganos y sistemas corporales, por acción de alguno de los condicionantes del ambiente de montaña (hipoxia hipobárica, radiaciones cósmicas, radiaciones ultravioletas, meteorología, temperatura, etc). Estudian los mecanismos adaptativos y de aclimatación de montañeros y nativos de las grandes altitudes, las causas de una mala adaptación, los aspectos psicofisiológicos de la hipoxia, cómo actúa ésta sobre la percepción, cómo afectan las radiaciones ionizantes en cotas altas, la regulación térmica, los aspectos nutricionales que facilitan la adaptación y que se requieren para mantener tanto el metabolismo adaptado como el esfuerzo físico que se realiza. Son esencialmente teóricos, con amplia experiencia en estudios experimentales y en la utilización de material de laboratorio, pero deben también estar capacitados para solventar cualquier problema médico que le pueda acontecer al paciente<sup>2,6</sup>. Por otra parte está lo que podríamos llamar el "emergenciólogo rescatador", cuyo perfil profesional veremos luego a fondo y representa el polo más opuesto al fisiólogo de laboratorio, dentro de los profesionales dedicados al estudio de la Medicina de Montaña<sup>34,35</sup>. Entre estos dos perfiles extremos, nos encontramos con otros médicos, muchos de ellos aficionados al montañismo, o montañeros, que estudian al paciente desde la perspectiva práctica y clínica que supone el realizar un viaje a la montaña, o misiones espeleológicas, especialmente cuando el paciente sufre alguna enfermedad que pueda empeorar. Realizan revisiones médicas o bien intervienen como médicos en expediciones. Participan en la formación de socorristas y se encuentran en contacto tanto con los emergenciólogos de montaña como con los fisiólogos de laboratorio, cuidan de la salud de los expedicionarios y suelen ser los responsables de los estudios de campo en laboratorios móviles. Constituyen una pieza clave en el desarrollo de la Medicina de Montaña de este nuevo siglo<sup>2,5,33</sup>.

## URGENCIAS Y EMERGENCIAS SECUNDARIAS A UNA MALA ADAPTACIÓN A LA HIPOXIA HIPOBÁRICA

Deben ser rápidamente reconocidas por el médico de cualquier expedición a alta montaña, especialmente por enci-

ma de los 4000 m. Suelen acontecer en personas mal aclimatadas que ascienden de modo excesivamente rápido.

### Recordatorio fisiopatológico

Para comprender de modo lógico la clínica cabe recordar determinados aspectos fisiopatológicos relacionados con el aprovechamiento tisular del oxígeno y la mecánica ventilatoria. La hipocapnia es la consecuencia inevitable de la hiperventilación que origina el estímulo hipóxico, de modo que se espira más cantidad del dióxido de carbono producido por el catabolismo celular. La disminución de la presión arterial de dióxido de carbono ( $paCO_2$ ) ocasiona una alcalosis respiratoria que puede compensarse mediante la eliminación renal de bicarbonato. Hoy se considera que la importante disminución en la presión alveolar de dióxido de carbono ( $pACO_2$ ) y la consecuente disminución en la  $paCO_2$ , es un mecanismo fundamental de adaptación a la hipoxia hipobárica. La  $pACO_2$  disminuida permite una mayor proporción relativa de oxígeno dentro del alveolo pulmonar y por tanto también una mayor difusión del mismo hacia la circulación. Situaciones de anoxia hiperaguda suelen ser consecuencia de accidentes. La saturación arterial de hemoglobina, respirando aire por debajo de los 3000 m, es superior al 90% en el sujeto no aclimatado con función respiratoria normal, pero a partir de esa altura disminuye progresivamente, de modo que a los 6000 m la saturación es de un 70% y a los 7000 m de un 50%. Respirando aire a 8000 m la pérdida de consciencia se produce en breve. La hipoxemia aguda ocasiona importantes alteraciones en la función cognitiva, con disminución de la capacidad mental, memoria y ejecución de movimientos motores, muy similares a una intoxicación enólica aguda. En la patogenia de este proceso interviene la vasodilatación cerebral secundaria a la hipercapnia, por una ventilación deficiente defensiva ante la hipoxia aguda y por mecanismos humorales complejos. La muerte acontece por depresión del centro respiratorio después de pocos minutos de entrar en estado de coma, por déficit metabólico neuronal. En los montañeros, la hipoxia aumenta de modo gradual con la altitud. En determinados casos, cuando la aclimatación se realiza de modo inadecuado, aumenta la presión de las arterias pulmonares, con hipotensión, insuficiencia cardíaca congestiva, edema agudo de pulmón y edema cerebral. La base fisiológica de estos procesos radica en que el aumento de la viscosidad sanguínea disminuye el flujo sanguíneo tisular, y por tanto la oxigenación de los tejidos. Además, la hipoxia tisular desencadena un intenso vasoespasmo de las arteriolas pulmonares que produce una hipertensión pulmonar y secundariamente una insuficiencia ventricular derecha. Por último, el espasmo de las arteriolas pulmonares desvía el flujo



sanguíneo hacia los vasos pulmonares no alveolares y la sangre se desplaza a territorios donde no se oxigena (shunt). La vasodilatación cerebral secundaria a la hipoxia, con aumento de la presión capilar y paso de líquido al tejido cerebral, es la causante del edema cerebral. Clínicamente se traduce en una gran desorientación y alteraciones psiquiátricas. La patogenia del edema agudo de pulmón todavía no está bien determinada, pero parece deberse a una vasoconstricción heterogénea de las arteriolas pulmonares, de modo que la sangre continúa circulando por los vasos pulmonares que todavía no se han contraído, apareciendo un edema local por elevación de la presión de los capilares pulmonares no contraídos. Se produce también una disminución del volumen sistólico, no por fallo miocárdico sino por disminución de la presión de llenado ventricular. Varios estudios han demostrado la existencia de hipertensión pulmonar (HTP) y un aumento de la resistencia vascular pulmonar. En la hipoxia aguda, la HTP puede revertirse administrando oxígeno al 100%, en cambio en la hipoxia crónica parecen producirse cambios estructurales irreversibles. Entre los efectos psiquiátricos de la hipoxia crónica los más característicos son la astenia, mareo, apatía, falta de atención, aumento del tiempo de reacción y disminución de la capacidad para realizar trabajo. En comparación con el cerebro, la médula espinal y los nervios periféricos, filogenéticamente más antiguos, son menos sensibles a la hipoxia. Por ello, la patología neurológica, si se produce, es siempre posterior a la psiquiátrica. Todo individuo que asciende a una altura determinada durante días, semanas o años, experimenta un proceso adaptativo que le permitirá disminuir los efectos deletéreos que produce la altura sobre el organismo y a la vez le permitirán ascender a cotas más altas con menos problemas. Actualmente se acepta que los mecanismos de adaptación más importante a la altura son fundamentalmente la respuesta ventilatoria a la hipoxia y las adaptaciones tisulares. El aumento de la ventilación pulmonar, de la concentración de hemoglobina, de la capacidad de difusión de oxígeno a través de la membrana alveolo-capilar, la adaptación del sistema cardiocirculatorio, la adaptación tisular y la adaptación celular destacan entre los mecanismos cuya fisiopatología se ha estudiado a fondo, pues constituyen clásicas líneas de investigación fisiopatológica en Medicina de Montaña, que no pretendemos detallar aquí<sup>2,3,6,15,16,26,28,29</sup>.

### Mal de Montaña Agudo (MMA)

Incluye síntomas propios de la hipobaría, como son la aerocolia, la aerogastria, la obstrucción de las fosas nasales y la aerosinusitis. De hecho, estos síntomas son más propios de la enfermedad descompresiva aérea y se caracterizan por un au-

mento volumétrico de las cavidades huecas del organismo, como el tubo digestivo o los senos frontales y parasanales. Por acción de la Ley de Boyle y Mariotte, al disminuir la presión con la altura estas cavidades se expanden de modo secundario a una hiperpresión relativa. Las consecuencias graves, sin embargo, son debidas a la hipoxia, siendo más susceptibles los menores de 18 años y los obesos. Hoy se acepta que las manifestaciones clínicas de la enfermedad son muy variables en localización y gravedad, dependiendo de las características fisiológicas del sujeto y de la altura conquistada. Los trastornos más frecuentes son los digestivos (anorexia, náuseas...) y nerviosos (cefalea, insomnio). Los síntomas iniciales más frecuentes son taquicardia, taquipnea, cefalea, astenia, anorexia, meteorismo y vértigo, en forma mono o polisintomática, que en alguna ocasión ya pueden aparecer entre los 2000 y 3000 m. Por encima de los 3000 m, además de los síntomas anteriores suele asociarse insomnio, disnea, oliguria y vómitos. Estos síntomas suelen explicarlos todos aquellos que superan los 4000 m y persisten hasta que se aclimatan. Las alturas entre 3000 y 6000 m se consideran zona de aclimatación. Es en esta zona donde se presenta el mal de montaña típico, pero es posible el cese de la sintomatología por aclimatación cuando se siguen unas normas bien establecidas como son el ascenso lento (unos 200 m/día), o bien utilizando el método "en agujas", que consiste en realizar ascensos más rápidos, pero pernoctando unos 200 m por debajo de la altura conseguida. Por encima de los 6000 m entramos en la *zona de deterioro*, en la que sólo unos pocos privilegiados pueden continuar la aclimatación y, en todo caso, durante poco tiempo. En algunos casos, sobre todo en mujeres, se observan edemas subcutáneos, localizados preferentemente en párpados inferiores, a nivel periorbitario, en cara y en manos. A veces los edemas subcutáneos aparecen sin que se produzcan otros síntomas. Una vez instaurado el MMA, los síntomas aumentan progresivamente durante 24-36 horas y desaparecen cuando se consigue la aclimatación, en general a los 3 ó 4 días<sup>2,3,4,12</sup>. En 1976 Hackett propuso un cuestionario de fácil aplicación para detectar de modo precoz a los montañeros afectados, estableciéndose tres grupos de síntomas que puntúan en función de la gravedad: Grupo 1: cefalea, náuseas, anorexia, insomnio y vértigo (1 punto); Grupo 2: cefalea rebelde al tratamiento analgésico, vómitos (2 puntos); Grupo 3: disnea de reposo, fatiga muy intensa, oliguria (3 puntos). Puntuaciones de 1 a 3 indican MMA ligero, de 4 a 6 MMA moderado y más de 6 puntos MMA grave. En cuanto al tratamiento de la enfermedad, lo más importante es la prevención, a través del ascenso controlado adecuadamente por el médico de la expedición. El uso de flunarizina durante los 15 días previos al ascenso parece reducir significativamente la incidencia de cefalea y vértigo. Las

molestias digestivas responden bien a fármacos que disminuyen el meteorismo como la dimeticona o la simeticona, y también aquellos fármacos que mejoran el peristaltismo gastrointestinal, como la cleboprida, cinitaprida o domperidona. Los diuréticos de elección son los inhibidores de la anhidrasa carbónica, como la acetazolamida, que puede utilizarse para prevenir el edema cerebral, la cefalea, la oliguria y el insomnio secundario a los episodios de apnea nocturna. La correcta hidratación mediante una ingesta de agua suficiente es necesaria para evitar la hiperviscosidad sanguínea. En condiciones normales es conveniente evitar el uso de oxígeno porque puede retardar el proceso de aclimatación, pero es imprescindible en caso de insomnio o de cualquier proceso intercurrente que pueda agravarse con la hipoxia (infecciones, fracturas, síndrome gripal, etc.). En todos los casos debe valorarse el tratamiento etiológico que es, obviamente, el descenso<sup>2,4,36</sup>.

#### Edema pulmonar de las alturas

Se trata de un edema agudo de pulmón, no cardiogénico, que se produce entre los 2000 y 7000 m (sobre todo entre los 3000 y 4500), en personas mal aclimatadas y que realizan algún sobreesfuerzo. Es especialmente frecuente en jóvenes de menos de 25 años y puede aparecer incluso en nativos adaptados aclimatados a zonas bajas cuando retornan a sus orígenes. Su patogenia, muy compleja, todavía no está bien esclarecida y continúa en estudio, aunque se atribuye a la constricción de las arteriolas pulmonares. El hecho de obtener una buena respuesta terapéutica tanto con la administración de oxígeno como al descender a menor altitud, evidencia que la hipoxia juega un papel clave en este proceso. La altura, el frío, el esfuerzo físico y la deshidratación favorecen la aparición del cuadro. Se han descrito diversas formas de presentación: subagudas, crónicas y asociado a edema cerebral. La clínica suele comenzar con disnea de esfuerzo, que rápidamente se instaura también en reposo y se acompaña de tos seca y, en ocasiones, dolor torácico y astenia intensa. En la fase de estado la tos suele acompañarse de expectoración hemoptoica, junto a cianosis de aparición precoz. La gasometría arterial muestra una presión y saturación arterial de oxígeno inferior a la que correspondería para la altura. La presión en la arteria pulmonar se encuentra aumentada, el ECG puede mostrar signos de sobrecarga ventricular derecha y taquicardia. Las exploraciones complementarias suelen ser normales, salvo la radiografía de tórax, que suele demostrar un infiltrado alveolar difuso de distribución irregular. Muchas veces simula un cuadro neumónico y el enfermo empieza con discreta astenia, tos y disnea, que evoluciona progresivamente en 2 ó 3 días, siendo la exploración física muchas veces normal. Merece la pena señalar cinco características clave de la enfermedad útiles pa-

ra el manejo de estos pacientes, según Schoene<sup>39</sup>: 1) Puede ser mortal, 2) Aparece súbitamente en jóvenes sin patología previa, 3) Existe una gran susceptibilidad individual, 4) Se soluciona rápidamente con un tratamiento adecuado y 5) Jamás nadie debería morir como consecuencia de este tipo de edema. El tratamiento inicial es el descenso inmediato. Se ha comprobado que el descenso de unos 1000 m mejora la sintomatología. Si se dispone de oxígeno deberá administrarse lo más precozmente posible. La recompresión en cámara puede ser útil cuando se dispone de la misma. En caso de asfixia sin posibilidad de oxigenoterapia, Bock y cols.<sup>37</sup> recomiendan facilitar el drenaje del líquido de la vía aérea colocando al paciente de rodillas con la cabeza hacia abajo, comprimiendo a la vez el abdomen. La utilización de acetazolamida puede ser útil de modo profiláctico ante ciertas situaciones. El médico de toda expedición debe reconocer de modo precoz el inicio de la sintomatología<sup>2,4,5,23,31</sup>.

#### Edema cerebral de las alturas

Aparece con menor frecuencia que el anterior y habitualmente por encima de los 5000 m. Se caracteriza por cefalea intensa, secundaria a una hipertensión endocraneal, y sintomatología neuropsiquiátrica que puede simular un estado de embriaguez, a veces con ataxia. A la exploración puede aparecer Babinski. En el fondo de ojo puede observarse edema de papila y/o hemorragias retinianas. Si no se inicia un descenso rápido suele evolucionar hacia el coma. La etiopatogenia es la hipoxia hipobárica, pero la fisiopatología es compleja. Clásicamente se han propuesto dos hipótesis: vasogénica (alteraciones de la permeabilidad capilar donde intervienen tanto factores mecánicos como mediadores químicos) y la citotóxica (alteración de los gradientes iónicos de transmembrana y del metabolismo de los fosfolípidos). La prevención radica en una ingesta líquida suficiente, especialmente a partir de los 7000 m. El tratamiento incluye, además del descenso, oxigenoterapia y, si es necesario, fármacos para combatir el edema, aunque la eficacia de muchos de ellos no ha sido demostrada<sup>2,30</sup>.

#### Accidentes tromboembólicos y hemorrágicos

La hipoxia aguda y las propias condiciones fisiopatológicas de las grandes alturas (deshidratación, poliglobulia, hipotermia...) son causa de importantes alteraciones de la hemostasia, coagulación y fibrinólisis. La fisiopatología de estos procesos todavía se encuentra en estudio y es complicada. Estas alteraciones se traducen en manifestaciones tromboembólicas y hemorrágicas que se han descrito a determinadas alturas, como son trombosis venosas periféricas, trombosis venosas cerebrales, accidentes isquémicos transitorios, infartos



cerebrales, trombosis pulmonares, trombosis de los capilares renales y hepáticos, hemorragias intraalveolares (en el curso de un edema pulmonar) y cerebrales (en el curso de un edema cerebral), hemorragias retinianas y hemorragias subungueales<sup>2</sup>.

## ACCIDENTES EN ALTA MONTAÑA: RESCATE AÉREO, TRASLADO Y SOPORTE VITAL

La creciente afición por el montañismo se asocia por desgracia a un creciente número de víctimas, a veces por imprudencia y otras por desafortunados accidentes. En este contexto, nos centramos en resumir la historia y esencia de este tipo particular de emergencias, que tiene características diferenciales respecto a otros tipos de rescate y atención urgente en medios hostiles.

En nuestra Península, donde pocas veces se alcanzan o superan los 3500 m, raras son las emergencias debidas a problemas de adaptación, tan frecuentes en el Himalaya o en los Andes. En cambio, los accidentes centran la atención de las emergencias, en especial en lo que refiere a los rescates y al manejo de los heridos, que frecuentemente presentan lesiones por frío, congelaciones e hipotermia. Desde que sucedió una de las primeras tragedias alpinas en Cervino, el rescate de cadáveres y de víctimas en estado crítico en la montaña no ha dejado de ser un continuo. En aquella ocasión fueron los habitantes del lugar los que con inagotable espíritu de sacrificio y escasísima técnica, después de largos días de búsqueda recogieron a los accidentados, ya cadáveres<sup>8</sup>. Existen accidentes desde que el hombre se lanzó a la montaña. Datos recogidos por el Dr. Castelló-Roca indican que en el Club Austro-alemán se contaron 171 muertos entre 1859 y 1887. En los Alpes, en 1887, se produjeron 38 accidentes con 26 muertos. Esto coincidía con la mentalidad de la época, en que muchas veces se decidía prescindir de guía. El aumento de montañeros en los macizos europeos, especialmente en los Alpes, comportó sobre todo en los meses de julio y agosto un aumento de los accidentes, particularmente entre los montañeros sin guía. Es a final de los años 1920 cuando los guías suizos, austríacos, franceses e italianos se encargan de la organización de las expediciones de rescate. Con un mejor conocimiento del terreno y mejor técnica, llegaban antes al lugar del accidentado, que muchas veces ya es recuperado con vida. Los médicos, con poco conocimiento de montaña, difícilmente podían llegar al lugar del accidentado. Se limitaban a atender a los heridos en un modesto consultorio de pueblo y prepararlo para una larga y difícil evacuación. Algo más, en cambio, podía hacer el médico en casos de congelaciones e

hipotermias. Hans Lucke escribe una abundante bibliografía de los años veinte sobre este tema. Con el tiempo, el conocimiento de las lesiones por congelación hace que se utilice la técnica del calentamiento rápido y repetido, además del uso de fármacos: antibióticos, antiinflamatorios, vacunación anti-tetánica, heparina, vasodilatadores y otras drogas. A veces esta actuación de urgencia se inicia al llegar al hospital. Sin embargo, en las expediciones a alta montaña, el médico puede disponer de estos fármacos en el campamento base y, si es necesario, puede incluso infiltrar el simpático. Hasta la Primera Guerra Mundial el tratamiento de elección de las congelaciones era la amputación del miembro. Se comprueba que el uso precoz de antibióticos y nuevos fármacos evita muchas de estas amputaciones<sup>7,8</sup>.

En la España de 1940, los rescates movilizaban al pueblo más próximo, dirigido por el cura, el médico y la Guardia Civil. A falta de medios efectivos, tardaban demasiadas horas para llegar al lugar del accidente<sup>8</sup>. En Europa, tras la Segunda Guerra Mundial, los Alpes ocupan el interés de montañeros de diversos países, aumentando de modo importante el número de accidentes. Los guías continuaban siendo los responsables de los lentos rescates que, además, obligaban a movilizar a muchos hombres. La llegada de las fibras artificiales permitió la fabricación de cuerdas de gran resistencia y poco peso y la aparición de los primeros tornos que facilitaban, mediante un cable, el ascenso y descenso del socorrista. La "perche de Bernault" por ejemplo, permitía un traslado más cómodo del accidentado en posición horizontal. Los países alpinos evidencian la necesidad de crear una comisión multidisciplinar para el estudio del salvamento y rescate en montaña. De este modo nace, en 1951, la CISA-IKAR (Comisión Internacional de Socorro Alpino), que crea diversas subcomisiones, una de las cuales es la subcomisión médica. A partir de entonces se organizan congresos, reuniones y cursos referentes a la problemática médica y empieza el rescate aéreo<sup>7,8</sup>. Herman Geiger, conocido también como el "piloto de los Alpes" fue el primero en utilizar el avión (una avioneta Pipper con un motor de 125 CV, convenientemente preparada para aterrizar en los glaciares alpinos) para llevar al lugar el material sanitario de salvamento y, al poco tiempo, para la recogida y traslado de las víctimas. Las limitaciones que imponía el aterrizaje hizo que el uso del helicóptero se consolidara<sup>8</sup>. En 1959 se crea el Auxilio Aéreo Suizo que utilizaba un helicóptero Bell 62. Rápidamente, Francia, Austria, Alemania e Italia adiestran a pilotos aéreos específicamente para labores de salvamento aéreo, pues el manejo de los helicópteros cerca de paredes rocosas requería una destreza de vuelo importante. CISA-IKAR crea una comisión de rescate aéreo, presidida por H. Büler, y dedicada a investigar sobre los materiales y métodos más adecua-

dos para el rescate y traslado de heridos. A partir de los años 1970 y hasta la actualidad, la tripulación de los helicópteros de rescate está formada por el piloto, el socorrista y un médico reanimador. Están provistos del material de rescate, tanto de montaña como de primeros auxilios y reanimación<sup>5,34,35</sup>. El helicóptero se acerca tanto como puede a la pared o al glaciar donde se encuentra el accidentado y médico y socorrista atienden al herido *in situ* y lo preparan para transportarlo. La comunicación por radio con el helicóptero es permanente y el herido es trasladado al hospital más conveniente. Los rescates que antes representaban días de trabajo, es en la actualidad cosa de pocas horas lo que tarda, en general, la evacuación medicalizada de la víctima<sup>5,7,8</sup>.

España, a pesar de ser un país montañoso, no es un país alpino, por lo que tuvo en su momento muchas dificultades para ingresar en la CISA-IKAR, algo que acabó consiguiéndose en 1965. En 1967, Wastl Mariner publica la primera edición italiana de su libro *Técnica moderna del auxilio alpino*, que recogía los últimos avances en rescate, donde se explica el modo de funcionar con los tornos, teleféricos, literas, etc. Durante muchos años este libro ha sido la Biblia del socorrista de montaña. La experiencia acumulada en los rescates facilitó nuevos avances. Por ejemplo, la caída en posición vertical en una fisura de un glaciar comporta el encajonamiento de la víctima a las paredes de la fisura, que por el propio calor corporal se van fundiendo y la víctima se adentra aún más en la fisura. Sucedió que cuando el socorrista llegaba a la víctima no podía introducirse en la fisura ni podía desencajonar al accidentado. Así nació, por ejemplo, la pinza de Frietli, desmontable en piezas, que el equipo de rescate debía llevar a sus espaldas y que suponía mucha dificultad para superar los pasos difíciles. El helicóptero permitía dejar el equipo de rescate bien cerca, pero en ocasiones el equipo de salvamento debía recorrer ciertos trayectos inaccesibles a pie, que obligaban a que el médico supiera moverse y estuviera facultado de unas condiciones físicas suficientes<sup>7,8</sup>.

La esencia de la emergenciológica de montaña moderna se basa fundamentalmente en el modelo francés. La medicalización de los rescates de montaña en el Pirineo francés se impone en 1973, a través de una dotación del SAMU (Servicio de Atención Médica Urgente) entrenada específicamente para el rescate en montaña, que optimiza la eficacia de los rescates y sienta las bases de la filosofía del rescate actual<sup>33-35</sup>. En los años ochenta se imponen los procedimientos de rescate modernos y se contempla al médico como una pieza clave y determinante para la eficacia del salvamento. La masificación de los deportes de montaña en todas sus vertientes (escalada, esquí de montaña, travesías de montaña, excursionismo...) aumentan aún más el número de víctimas. Sólo en Suiza en esa

época se realizaban anualmente alrededor de un millar de misiones de rescate aéreo y más de mil evacuaciones aéreas de esquiadores lesionados. El material médico es el adecuado para todo tipo de emergencias (equipos de reanimación, oxígeno, drenajes, electrocardiógrafo, desfibrilador móvil, colchón de vacío para lesiones vertebrales, etc.) y las acciones médicas de emergencia (RCP, intubación endotraqueal, restitución de la volemia...) podían iniciarse *in situ* incluso en los lugares más inaccesibles. El estudio del rescate aéreo eficaz en montaña, campo de batalla común de la Medicina de Montaña y de las Emergencias Médicas, constituye en este momento motivo de congresos especializados que pretenden mejoras día a día, así como consensuar actuaciones, por ejemplo estableciendo protocolos en casos de avalancha<sup>33-35</sup>. El caso de los accidentes por avalancha constituye uno de los mejor estudiados también en nuestro país. Ya a principios de los años setenta, el Prof. A. Corominas relata en su libro de *Patología Ambiental* cómo actuar en estos casos utilizando unos protocolos cuyos fundamentos básicos no difieren de los actuales<sup>6</sup>. En la actualidad se asume que el médico es una pieza clave en el rescate. Hace unos años esto podía discutirse. Había quienes pensaban que el rescate debía realizarse por personal no médico entrenado específicamente al efecto y, en segundo término y fuera del lugar del accidente, el médico debía estabilizar a la víctima en un medio adecuado y con el utillaje técnico preciso. Hoy se acepta sin dubitaciones que el médico debe participar directamente en el rescate, ya que esto disminuye el tiempo de asistencia y además facilita el manejo y transporte de la víctima en las condiciones más adecuadas. En este sentido, el modelo francés prevee una formación específica para el médico dedicado al rescate aéreo. Mucho más práctico que teórico, debe poseer, sin embargo, conocimientos básicos en Medicina y Fisiopatología de montaña. El perfil instaurado en los rescates del Pirineo francés en los años 70<sup>35</sup> incluye una formación específica en Medicina de Montaña y un entrenamiento físico propio del ámbito militar. Estos médicos procedían básicamente del SAMU y del ejército francés y el entrenamiento físico lo realizaban conjuntamente con la gendarmería. Además, reciben cursos de actualización en emergencias hospitalarias y extrahospitalarias, encaminados a perfeccionar las técnicas de reanimación y soporte vital avanzado, con un enfoque particular y dirigido a la realidad clínica diaria y a las condiciones reales en que trabajan. Sus funciones son examinar al herido, interrogar a los testimonios del accidente, acondicionar al accidentado, efectuar las técnicas de soporte vital que se precisen (masaje cardíaco, ventilación, intubación, toma de vías venosas, hemostasia de las heridas, tratamiento los estados de shock, conocimientos profundos en farmacología de emergencias, etc.). Todo esto implica poseer





unos conocimientos profundos en cuidados intensivos y traumatología, disponer de unas características físicas suficientes y una experiencia importante en el salvamento de montaña. Probablemente se trate de una de las profesiones con mayor exigencia en las características individuales, tanto intelectuales como físicas, entre todas las profesiones que se conocen<sup>5,35</sup>. En el último congreso mundial de Medicina de Montaña, celebrado en Barcelona, se dedicó una atención específica al

rescate y emergencias en cuatro situaciones especiales: simas, barrancos, cañones y ríos, a las emergencias y rescate en expediciones, a las avalanchas y a las lesiones por frío<sup>33</sup>. La atenta lectura de la selección bibliográfica que se cita a continuación permite comprender a fondo la temática que aquí se presenta como revisión histórica. Entre las investigaciones más recientes destacan sobresalientes aportaciones autóctonas, inéditas en la literatura científica internacional<sup>38,39</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- Acosta J. Historia Natural y Moral de las Indias. Sevilla, 1590.
- 2- Richalet JP, Rathat Ch. Pathologie et altitude. París: Masson, 1990.
- 3- Nieto Boqué M. Vida Humana y Espacio. Barcelona: JIMS, 1965.
- 4- Battestini R. Enfermedades por agentes físicos. En: Ferreras-Rozman. Medicina Interna. Barcelona: Ediciones Doyma, 1992.
- 5- Martínez-Carpio PA, Corominas A. Patología Ambiental Básica y Aplicada. Barcelona: T&D System-COMB, 2003.
- 6- Corominas A. Patología Ambiental y Espacial. Barcelona: Fargraf, 1976.
- 7- Martínez-Carpio PA, Battestini R. Medicina de montaña en el año 2002 (año internacional de las montañas de las Naciones Unidas). Pasado, presente y futuro. Med Clin (Barc) 2002;119:776-84.
- 8- Castelló-Roca A. Home, muntanya i Medicina. Barcelona: IEMM, 1993.
- 9- Martínez-Carpio PA, Desola J. La Medicina Aeroespacial a Catalunya i la Societat Catalana de Medicina Aeroespacial, Subaquática i Ambiental. L'Informatiu ACMCB 2002;14:21.
- 10- Martínez-Carpio PA, Heredia García CD. Funció visual i patologia ambiental. Ann Med (Barc) 2002;85:34-5.
- 11- Richalet JP, Rutgers V, Bouchet P, Rymer JC, Kéromès A, Duval-Arnould G, Rathat C. Diurnal variations of acute mountain sickness, colour vision and plasma cortisol and ACTH at high altitude. Aviat Space Environ Med 1989;60:105-11.
- 12- Battestini R. Medicina y montaña. Med Clin (Barc) 1984;83:497-9.
- 13- Battestini R. El frío: un factor etiológico. Med Clin (Barc) 1985;85:498.
- 14- Corachán M, Gascón J, Ruiz L, Battestini R. Salud y viajes. Manual de consejos prácticos. Barcelona: Masson-Salvat, 1993.
- 15- West JB, Hackett PH, Maret KH, Milledge JS, Peters RM, Pizzo CJ, Winslow RM. Pulmonary gas exchange on the summit of Mount Everest. J Appl Physiol 1983;55:678-87.
- 16- Wagner PD, Sutton JR, Reeves JT, Cymerman A, Groves BM, Malconian MK. Operation Everest II. Pulmonary gas exchange throughout a simulated ascent of Mt Everest. J Appl Physiol 1987;63:2348-59.
- 17- Houston CS, Riley RL. Respiratory and circulatory changes during acclimatization to high altitude. Am J Physiol 1947;149:565-88.
- 18- Houston CS, Sutton JR, Cymerman A, Reeves JT. Operation Everest II: man at extreme altitude. J Appl Physiol 1987;63:877-82.
- 19- Saito M, Mano T, Iwase S, Koga K, Abe H, Yamakazi Y. Responses in muscle sympathetic activity to acute hypoxia in humans. J Appl Physiol 1988;65:1548-52.
- 20- Rowell LB, Johnson DG, Chase PB, Comess KA, Seals DR. hypoxemia raises muscle sympathetic activity but not norepinephrine in resting humans. J Appl Physiol 1989;66:1736-43.
- 21- Hartley LH, Vogel JA, Cruz JC. Reduction of maximal exercise heart rate at altitude and its reversal with atropine. J Appl Physiol 1974;36:362-5.
- 22- Pilardeau P, Richalet JP, Bouissou P, Vaysse J, Larmignat P, Boom A. Saliva flow and composition in humans exposed to acute altitude hypoxia. Eur J Appl Physiol 1990;59:450-3.
- 23- Sophocles AM. High altitude pulmonary edema in Vail, Colorado, 1975-1982. West J Med 1986;144:569-3.
- 24- Bencovitz HZ, Wagner PD, West JB. Effect of change in P50 on exercise tolerance at high altitude: a theoretical study. J Appl Physiol 1982;53:1487-95.
- 25- Cerretelli P, Kayser B, Hoppeler H, Pette D. Muscle morphometry and enzymes with acclimatization. En: Sutton JR, Coates G, Remmers JE Ed. Hypoxia. The adaptations. B.C.Decker: Toronto, Philadelphia, 1990.
- 26- West JB. Lactate during exercise in high altitude. Fed Proc 1986;45:2953-9.
- 27- Lahiri S, Maret K, Sherpa MG. Dependence of high altitude sleep apnea on ventilation sensitivity to hypoxia. Resp Physiol 1983;52:281-301.
- 28- Milledge JS, Thomas PS, Beeley JM, English JSC. Hypoxic ventilatory response and acute mountain sickness. Eur Respir J 1988;1:948-51.
- 29- Schoene RB. Pulmonary oedema at high altitude, review, pathophysiology and update. Clin Chest Med 1985;6:491-507.
- 30- Clarke C. High altitude cerebral oedema. Int J Sports Med 1988;9: 170-4.
- 31- Bärtsch P, Haerbeli A, Franciolli M, Kruihof EKO, Straub PW. Coagulation and fibrinolysis in acute mountain sickness and beginning pulmonary edema. J Appl Physiol 1989;66:1989:2136-44.
- 32- Monge MC, Leon-Valverde F, Arregui A. Increasing prevalence of excessive erythrocytosis with age among healthy high-altitude miners. N Engl J Med 1989;321:1271.
- 33- V Congreso Mundial de Medicina de Montaña. Instituto de estudios de Medicina de Montaña. Barcelona, Abril 2002.
- 34- Stangier S, Durrer B. Rescate aéreo de montaña en Suiza. En: Medicina de Montaña. VII Jornadas de Medicina de Montaña. Barcelona 1-2 de Noviembre de 1985. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 1989.
- 35- Theas JM. La medicalización en los rescates de montaña en los "Hautes-Pyrénées". En: Medicina de Montaña. VII Jornadas de Medicina de Montaña. Barcelona 1-2 de Noviembre de 1985. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 1989.
- 36- Hackett PH, Rennie D. The incidence, importance and prophylaxis of acute mountain sickness. Lancet 1976;2:1149-54.
- 37- Bock J, Hultgren HN. Emergency maneuver in high-altitude pulmonary edema. JAMA 1986;255:3245-6.
- 38- Serrano-Deñás M. Mal de montaña agudo: características clínicas de una cohorte de 615 enfermos. Med Clin (Barc) 2000;115:441-5.
- 39- Compte L, Real RM, Botella de Maglia J, De Diego S, Macian V, Perpina M. Cambios respiratorios durante la ascensión a una montaña de más de 8000 metros. Med Clin (Barc) 2002;118:47-52.