Health Leadership and Quality of Life. 2024; 3:.252
doi: 10.56294/hl2024.252

REVISIÓN

Mountain sickness: physiological challenges, diagnosis and treatment

El mal de montaña: desafíos fisiológicos, diagnóstico y tratamiento

Jhossmar Cristians Auza-Santivañez[1], Paul Cardozo Gil[2], Mildred Ericka Kubatz La Madrid[3], Ingrid Neysa Cabezas-Soliz[4], Jorge Márquez-Molina[5], Yamila Cruz Cruz[6], Dilma Villca-Villca[7], Ritdber Alfredo Quispe Sarmiento[8]

[1]Ministerio de Salud y Deportes. Instituto Académico Científico Quispe-Cornejo. La Paz, Bolivia.
[2]Hospital Obrero Nro 3. Caja Nacional de Salud. Santa Cruz. Bolivia.
[3]Hospital de Tercer Nivel Dr. Hernán Messuti Ribera. Jefe del Servicio de Imagenología. Pando, Bolivia.
[4]Ministerio de Salud y Deportes. Chuquisaca, Bolivia.
[5]Hospital Seguro Social Universitario. Departamento de emergencias. Cochabamba, Bolivia
[6]Hospital Clínico Quirúrgico "Lucía Íñiguez Landín". Cuba.
[7]Hospital Obrero N° 4. Caja Nacional de Salud - Regional Oruro. Oruro, Bolivia.
[8]Hospital Daniel Bracamonte, Potosí, Bolivia.

Citar como: Auza-Santivañez JC, Cardozo Gil P, Kubatz La Madrid ME, Cabezas-Soliz IN, Márquez-Molina J, Cruz Cruz Y, et al. Mountain sickness: physiological challenges, diagnosis and treatment. Health Leadership and Quality of Life. 2024; 3:.252. https://doi.org/10.56294/hl2024.252

Enviado: 19-03-2024 **Revisado:** 06-07-2024 **Aceptado:** 22-10-2024 **Publicado:** 23-10-2024

Editor: PhD. Prof. Neela Satheesh

Autor para la correspondencia: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez

ABSTRACT

Introduction: the first descriptions of altitude sickness were made in (1540-1600). Nowadays, different cities in the world are at high altitude, for example Qinghai-Tibetan Plateau in China occupies an area of almost 2,5 million inhabitants km2, with an average elevation of over 4,500 m. Altitude sickness should be a major concern for anyone who normally resides at sea level.
Method: a search for information was carried out in the period August-December 2024 in the SciELO, LILACS, Scopus, PubMed-MedLine databases, the Google Scholar search engine, as well as in the ClinicalKeys services.
Results and discussion: the partial pressure of arterial oxygen (PaO^2) decreases with altitude, which produces progressive tissue hypoxia. The normal compensatory response to hypobaric hypoxia is called acclimatization. Its main characteristic is increased ventilation. The ability to acclimatize varies widely among individuals and depends on many factors, including the degree of hypoxic stress (rate of ascent, altitude reached), the intrinsic ability of the individual to compensate for the decrease in PaO2, and extrinsic factors. Progressive ascent produces greater hypoxic stress, requiring greater degrees of physiological and behavioral adaptations to preserve function. The more rapid the ascent and the higher the altitude, the greater the stress. Below 1500 m, symptoms of high altitude illness are generally not manifest. From approximately 1500 to 2500 m, symptoms are generally mild, if experienced at all. From approximately 2500 m, mild to moderate symptoms become quite common among unacclimatized visitors after a rapid ascent. As a general rule, people who normally reside below 1500 m should avoid an abrupt ascent to altitudes above 2800 m for sleeping. Sedative-hypnotics should be avoided during acclimatization. Abstinence from alcohol is safest.

Keywords: Mountain Sickness; Altitude; Hypobaric Hypoxia; High-Altitude Pulmonary Edema.

RESUMEN

Introducción: las primeras descripciones del mal de la altura fueron realizadas en (1540-1600). En la actualidad diferentes ciudades en el mundo están a gran altura ejemplo el Qinghai- La meseta tibetana en

© 2024; Los autores. Este es un artículo en acceso abierto, distribuido bajo los términos de una licencia Creative Commons (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0) que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea correctamente citada

China ocupa una superficie de casi 2,5 millones de habitantes km2, con una elevación media superior a los 4 500 m. El mal de altura debe representar una preocupación importante para cualquier persona que resida habitualmente a nivel del mar.
Método: se realizó una búsqueda de información en el periodo agosto-diciembre de 2024 en las bases de datos SciELO, LILACS, Scopus, PubMed-MedLine, el buscador Google Académico, así como en los servicios ClinicalKeys.
Resultados y discusión: la presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) disminuye con la altura, lo que produce una hipoxia tisular progresiva. La respuesta compensatoria normal a la hipoxia hipobárica se denomina aclimatación. Su característica principal es el aumento de la ventilación. La capacidad de aclimatación varía mucho entre individuos y depende de muchos factores, incluido el grado de estrés hipóxico (velocidad de ascenso, altitud alcanzada), la capacidad intrínseca del individuo para compensar la disminución de la PaO^2 y factores extrínsecos. El ascenso progresivo produce un mayor estrés hipóxico, lo que requiere mayores grados de adaptaciones fisiológicas y conductuales para preservar la función. Cuanto más rápido sea el ascenso y mayor la altitud, mayor será el estrés. Menos de 1500 m los síntomas de Enfermedad de gran altitud generalmente no se manifiestan. De 1500 a 2500 m aproximadamente, los síntomas son generalmente leves, si es que se experimentan. A partir de aproximadamente 2500 m. Los síntomas de leve a moderado se vuelven bastante comunes entre los visitantes no aclimatados después de un ascenso rápido. Como regla general, las personas que normalmente residen por debajo de los 1500 m de altura deben evitar un ascenso abrupto a altitudes superiores a los 2800 m para dormir. Se deben evitar los sedantes hipnóticos durante la aclimatación. La abstinencia de alcohol es lo más seguro.

Palabras clave: El Mal de Montaña; Altitud; Hipoxia Hipobarica; Edema Pulmonar de Gran Altitud.

INTRODUCCIÓN

Las primeras descripciones del mal de la altura fueron realizadas por José de Acosta (1540-1600) el cual viajó a Perú alrededor de 1570. Mientras estuvo allí, ascendió al Andes y dio un relato muy colorido de las enfermedades asociadas con gran altitud. Esto se publicó por primera vez en 1590 en español.[1,2,3,4]

El primer relato moderno de enfermedad aguda de las alturas fue proporcionado en 1913 por Ravenhill, quien se desempeñaba como médico de una empresa minera cuyas minas estaban ubicadas a 4700 m en Chile. Al notar que la fatiga, el frío y la falta de alimentos complicaban las descripciones anteriores de los exploradores y alpinistas, tuvo la oportunidad de observar a personas que padecían los efectos de la altitud únicamente porque las minas contaban con un ferrocarril, lo que permitía un rápido ascenso a grandes alturas. En la actualidad diferentes ciudades en el mundo están a gran altura ejemplo el Qinghai- La meseta tibetana en China ocupa una superficie de casi 2,5 millones de habitantes km^2, con una elevación media superior a los 4 500 m. A partir de 2015, el Centro Nacional de Datos de la Meseta Tibetana de China informó que La población residente en las provincias de Qinghai y Tíbet era más de 9 millones.[5,6,7,8,9] El mal de altura debe representar una preocupación importante para cualquier persona que resida habitualmente a nivel del mar. Las personas que ascienden por encima de los 2500 metros en cualquier época del año deben tener un conocimiento apropiado del mal de altura. En esta revisión narrativa de la literatura abordaremos con un enfoque general el mal de la montaña.

MÉTODO

Se realizó una búsqueda de información en el periodo agosto-diciembre de 2024 en las bases de datos SciELO, LILACS, Scopus, PubMed-MedLine, el buscador Google Académico, así como en los servicios ClinicalKeys. Para la recuperación de la información se utilizó una estrategia de búsqueda avanzada y se empleó los términos “mal de montaña o mal de altura”, “Altitud”, “Enfermedad de las alturas”, “Gran altitud”, así como sus traducciones al idioma inglés. Para combinar los términos se emplearon operadores booleanos, con fórmulas de búsqueda según la sintaxis solicitada por cada base de datos. Además, con el objetivo de lograr una revisión basada en la mejor evidencia posible, solo se seleccionaron aquellos estudios de tipo serie de casos, artículos originales o revisiones sistemáticas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Enfermedad de gran altitud, es un término colectivo para los síndromes pulmonares y cerebrales únicos que pueden ocurrir después de un ascenso inicial a gran altitud (generalmente por encima de 2000 a 2500 m). La enfermedad de gran altitud incluye el mal agudo de montaña (MAM) y el edema cerebral de gran altitud (ECA), que afectan al cerebro y el edema pulmonar de gran altitud (EPA), que afecta a los pulmones. Ambos son inducidos por el estrés hipóxico de la gran altitud y se caracterizan por la acumulación de líquido extravascular en el cerebro y los pulmones. Todos responden al descenso, la oxigenoterapia o ambas. La mayoría de los expertos consideran que el mal agudo de montaña (MAM) y el edema cerebral de gran altitud (ECA) representan

diferentes puntos de gravedad a lo largo del mismo proceso fisiopatológico en el cerebro. La MAM es la forma más común de enfermedad de gran altitud y puede ocurrir después de un ascenso rápido.[10,11,12,13]

Hipoxia hipobárica: La presión parcial de oxígeno (PO^2) es la fuerza impulsora para la difusión de oxígeno a lo largo de la cascada de oxígeno. El oxígeno pasa del aire inspirado al espacio alveolar a través de las vías respiratorias y luego se difunde a través de los alvéolos hacia la sangre donde se transporta principalmente unido a la hemoglobina, pero también en forma disuelta. A nivel de los capilares, el oxígeno se difunde a través de las paredes de los vasos, a través de los tejidos y hacia las células y, finalmente, hacia las mitocondrias. La presión parcial de oxígeno del aire inspirado (PIO_2) viene dada por la ecuación $PIO_2 = FIO_2 \times (Pb - 47\ mmHg)$, donde FIO_2 es la fracción de oxígeno en el aire inspirado, Pb es la presión barométrica y 47 mmHg es la presión de vapor de H_2O a 37°C. El gas inspirado está 100 por ciento humidificado cuando llega a los alvéolos y la presión del vapor de agua se ve afectada por la temperatura pero, a diferencia de otros gases, no depende de la altitud. La proporción de aire compuesta por oxígeno (FIO_2 20, 94 %) permanece constante en las elevaciones terrestres más altas e incluso en la alta troposfera. Por tanto, el PIO 2 y por tanto la cascada de oxígeno se ven directamente afectados por la presión barométrica.

La presión barométrica y el oxígeno disponible en el aire inspirado disminuyen al aumentar la altitud. (figura 1) La presión barométrica también disminuye con la temperatura más baja, la mayor latitud, las inclemencias del tiempo y durante el invierno. El efecto de estas variables sobre la presión barométrica no es tan significativo como la altitud; pueden volverse fisiológicamente significativos en elevaciones superiores a aproximadamente 2800 m.[2]

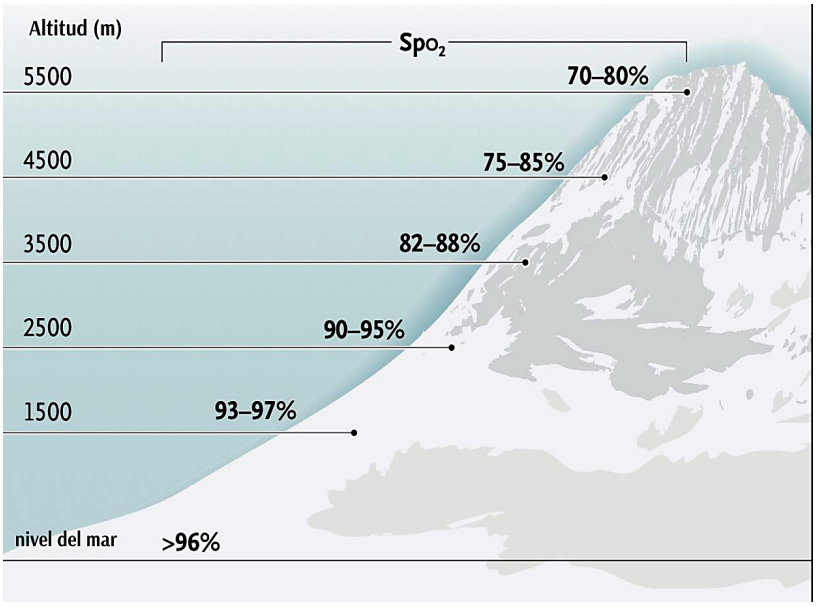


Figura 1. Con la disminución de la presión barométrica y la presión parcial ambiental de oxígeno durante el ascenso a una gran altitud, se reducen la presión parcial de oxígeno arterial y la saturación de oxígeno medida por oximetría de pulso (SpO_2). La SpO_2 normal a una elevación dada disminuye a un rango de valores en lugar de a un solo valor debido a la variación interindividual en la respuesta ventilatoria hipóxica y otras respuestas fisiológicas a la hipoxia. Los valores mostrados son estimaciones de los rangos esperados entre 24 y 48 horas después del ascenso a una gran altitud, que se han derivado de valores informados en estudios publicados realizados a diversas altitudes.

Adaptado: de Luks AM, Hackett PH. Medical conditions and high-altitude travel. N Engl J Med 2022; 386:364.

Al nivel del mar hay un elevado gradiente de presión de oxígeno entre el aire inspirado y el tejido. En altitudes elevadas, especialmente cuando las demandas de oxígeno de los tejidos son altas durante actividades deportivas o laborales, la marcada reducción del gradiente de presión y del oxígeno disponible puede provocar hipoxia tisular. Esta forma de hipoxia se denomina hipoxia hipobárica y representa la causa inicial del mal de altura. Tipos de mal de altura. El mal de altura es frecuente a partir de los 2500 metros de altitud y se manifiesta de tres maneras: mal agudo de montaña, edema cerebral de altura y edema pulmonar de altura.[14,15,16] Estas tres formas del mal de altura pueden tener una gravedad escasa o intensa, y pueden manifestarse con rapidez a lo largo de pocas horas o bien de una manera más lenta a lo largo de varios días.[17,18,19,20]

Los factores que se indican a continuación aumentan el riesgo de cualquiera de las tres formas del mal de altura: Ascenso rápido, antecedentes de mal de altura, realización de un ejercicio físico intenso en una altitud elevada, antecedentes de enfermedad pulmonar o cardiovascular, predisposición genética, antecedentes de otras enfermedades como apnea del sueño, trastornos neuromusculares, enfermedad pulmonar obstructiva

crónica, enfermedad pulmonar restrictiva, neumonía, fibrosis quística, hipertensión pulmonar y cardiopatías congénitas con cortocircuito derecha-izquierda.[21,22,23,24] Edema pulmonar de altura es un edema pulmonar no cardiogénico poco común y potencialmente mortal que se desarrolla de dos a cuatro días después de un ascenso rápido por encima de 2500 m que puede acompañar a mal agudo de montaña, es la causa más común de muerte entre la enfermedad de gran altitud. Las personas que han tenido Edema pulmonar a gran altitud, tienen un alto riesgo de recurrencia si ascienden a la misma altitud, particularmente si lo hacen al mismo ritmo de ascenso.[25,26,27,28]

La mayoría de los expertos consideran que el Mal Agudo de Montaña agudo, representa diferentes puntos de gravedad a lo largo del mismo proceso fisiopatológico en el cerebro. El mal agudo de montaña es la forma más común de enfermedad de gran altitud y puede ocurrir después de un ascenso rápido. Se caracteriza por dolor de cabeza en combinación con otros síntomas inespecíficos, como malestar y anorexia, y simula una resaca.[29,30,31,32,33,34,35,36,37]

Diagnóstico

Se diagnostica clínicamente basándose en la aparición de síntomas típicos en una persona que vive a baja altitud pero que ha ascendido recientemente a una gran altitud (generalmente más de 2000 m.).[38] El inicio generalmente se retrasa de 6 a 12 horas después de la llegada a gran altitud, pero puede ocurrir tan rápidamente como dentro de una o dos horas o tan tarde como 24 horas. Los síntomas suelen ser más graves después de la primera noche, generalmente se resuelven en uno o dos días si no hay más ascenso y no recurren a la misma altitud. Los síntomas en los adultos son dolor de cabeza que a menudo se asocia con fatiga, confusión, anorexia, náuseas, vómitos y alteraciones del sueño con despertares frecuentes. Los síntomas pueden ser leves o graves. El mal agudo de montaña puede reaparecer al ascender a altitudes más altas. En ocasiones, los síntomas de pueden persistir durante una semana o más a pesar de que no haya más ascenso. En tales casos, se requiere el descenso si no hay mejoría con el tratamiento estándar. No existen signos clínicos confiables para el diagnóstico del mal agudo de montaña. El examen físico, los valores de laboratorio, los signos vitales y la oximetría de pulso generalmente se encuentran dentro del rango normal para una altitud determinada, aunque la saturación de oxígeno (SpO_2) generalmente se encuentra en el rango bajo a medio de los valores normales. El diagnóstico puede ser sencillo en un individuo joven, por lo demás sano, que ha ascendido recientemente a una gran altitud. La aparición de los síntomas más de dos días después de la llegada a una altitud determinada, la ausencia de dolor de cabeza, la disnea en reposo y la falta de mejoría rápida con oxígeno suplementario deben incitar al médico a buscar un diagnóstico alternativo. No se justifican pruebas radiográficas o de laboratorio a menos que el diagnóstico no esté claro. Los diagnósticos diferenciales a considerar incluyen intoxicación por monóxido de carbono, migraña, deshidratación, agotamiento, hiponatremia, síndrome viral, infección bacteriana y hemorragia subaracnoidea. Los estudios de investigación a menudo emplean un sistema de puntuación, como el Lake Louise Score (tabla 1).

Tabla 1. Puntuación de Lake Louise para Mal Agudo de Montaña*

Síntomas	**Puntaje**
Dolor de cabeza	
Ninguno en absoluto	0
Un leve dolor de cabeza	1
dolor de cabeza moderado	2
Dolor de cabeza intenso, incapacitante.	3
Síntomas gastrointestinales	
Buen apetito	0
Falta de apetito o náuseas.	1
Náuseas o vómitos moderados.	2
Náuseas y vómitos intensos, incapacitantes.	3
Fatiga y/o debilidad	
No cansado o débil	0
Fatiga/debilidad leve	1
Fatiga/debilidad moderada	2
Fatiga/debilidad severa, incapacitante	3
Mareos/aturdimiento	
Sin mareos/aturdimiento	0

https://doi.org/10.56294/hl2024.252

Mareos/aturdimiento leves	1
Mareos/aturdimiento moderados	2
Mareos intensos o aturdimiento, incapacitantes.	3
Puntuación funcional clínica	
En general, si tuvo síntomas de AMS, ¿cómo afectaron sus actividades?	
De nada	0
Síntomas presentes, pero no forzaron ningún cambio en la actividad o itinerario.	1
Mis síntomas me obligaron a detener el ascenso o bajar por mis propios medios.	2
Tuvo que ser evacuado a una altitud menor.	3
Total	

**Nota: ***Reproducido con autorización de: Roach RC, Hackett PH, Oelz O, et al. Puntuación del mal agudo de montaña de Lake Louise de 2018. High Alt Med Biol 2018; 19:4.

Para cumplir con la definición de AMS, debe incluir al menos 1 punto de la categoría "Dolor de cabeza" y estar en el contexto de un ascenso o ganancia de altitud reciente. 3 a 5 puntos: Mal Agudo de Montaña leve 6 a 9 puntos: Mal Agudo de Montaña moderado, 10 a 12 puntos: Mal Agudo de Montaña grave. Utilizando la puntuación Lake Louise AMS como estándar, todos parecen tener una precisión diagnóstica similar.[39,40,41] La mayoría de los expertos no utilizan habitualmente estos sistemas de puntuación para diagnosticar el mal agudo de montaña.

Tratamiento

El tratamiento del mal agudo de montaña se basa en la gravedad de los síntomas, los recursos disponibles y en casos leves, la preferencia del paciente.[31,32,33,34] La enfermedad leve se puede tratar de forma conservadora ofreciéndose tratamiento sintomático (Analgésicos, antieméticos) según sea necesario. Los pacientes con síntomas moderados a graves pueden necesitar medicación (acetazolamida o dexametasona), oxígeno suplementario o descenso si los recursos médicos son limitados o inexistentes. En el campo, la terapia hiperbárica portátil puede estar disponible cuando el oxígeno suplementario es escaso o no está disponible. Se utiliza el mismo enfoque de tratamiento general tanto para niños como para adultos.

Para los pacientes con síntomas más graves es necesario ofrecer descenso, oxígeno si está disponible dexametasona. A quienes se recuperen y deseen continuar viajando en altitud se les debe ofrecer acetazolamida para ayudar con la aclimatación. Es importante que los miembros del grupo y el individuo afectado permanezcan alerta ante cualquier síntoma o signo de empeoramiento de la enfermedad, particularmente en elevaciones donde la el mal agudo de montaña puede progresar rápidamente a edema cerebral de altura (por encima de 4000 m). Se debe disuadir a las personas con síntomas de mal agudo de montaña de ascender a elevaciones más altas hasta que los síntomas hayan desaparecido. Esto puede resultar difícil ante las presiones implícitas o explícitas de los miembros del grupo de escalada o senderismo del paciente, que no desean alterar su horario, o el propio deseo del paciente de continuar.

Tratamiento farmacológico

La terapia sintomática para el dolor de cabeza puede incluir aspirina, paracetamol e ibuprofeno u otros medicamentos antiinflamatorios no esteroides (AINE). La prometazina y particularmente el Ondansetrón pueden ser útiles para las náuseas y los vómitos. Evitamos los medicamentos para dormir; es preferible el tratamiento con Acetazolamida. Acelera la aclimatación a la gran altitud.[35,36,37,38] Se puede recetar Acetazolamida, de 125 a 250 mg por vía oral dos veces al día, hasta que mejore la aclimatación y desaparezcan los síntomas, lo que generalmente requiere de uno a tres días mientras el paciente permanece a la misma altitud. No se recomienda volver a la actividad y seguir ascendiendo hasta que los síntomas hayan desaparecido. La dosis de Acetazolamida es debatida y oscila hasta 750 mg al día, pero en general, de 125 a 250 mg dos veces al día es suficiente para aliviar los síntomas y minimizar los efectos secundarios.[39,40] Dexametasona. Alivia los síntomas del mal agudo de montaña pero no mejora la aclimatación.[41,42,43] Se pueden recetar 4 mg de Dexametasona por vía oral o intramuscular, hasta cada seis horas, durante uno o dos días, sola, en lugar de Acetazolamida, o en combinación con Acetazolamida. La mayoría de los expertos recomiendan la Dexametasona sólo para el mal agudo de montaña de moderado a grave y desaconsejan un mayor ascenso mientras se toma Dexametasona sola debido al riesgo de que los síntomas reaparezcan o empeoren cuando se suspende el medicamento.

El descenso, siempre es un tratamiento eficaz para el mal agudo de montaña, pero no es obligatorio ni

necesario excepto en el caso de síntomas intratables o sospecha que la enfermedad está progresando. El descenso a una altitud inferior a aquella en la que comenzaron los síntomas revierte eficazmente el mal agudo de montaña. Aunque la persona debe descender tanto como sea necesario para mejorar, descender de 500 a 1000 m suele ser suficiente.[44,45,46,47]

Los pacientes con mal agudo de montaña, deben ser monitoreados cuidadosamente para detectar cualquier signo de que la enfermedad esté progresando y deben descender inmediatamente si los síntomas empeoran a pesar del reposo o el tratamiento. Las indicaciones absolutas para el descenso inmediato incluyen hallazgos neurológicos (ataxia o cambio de conciencia) y signos de edema pulmonar. Los cambios sutiles como irritabilidad, letargo, disminución del rendimiento y disnea en reposo también deben alertar a los miembros del equipo de que el paciente puede estar progresando hacia un edema cerebral de altura. Oxigenoterapia. El oxígeno suplementario alivia eficazmente los síntomas del mal agudo de montaña y puede servir como una alternativa al descenso.[48,49] Se puede administrar oxígeno de bajo flujo (1 a 3 litros por minuto) mediante una cánula nasal utilizando un concentrador de oxígeno doméstico y oxígeno almacenado, si está disponible. En el campo, los suministros de oxígeno son limitados y la oxigenoterapia administrada a razón de 0,5 a 1 litro por minuto puede aliviar los síntomas y ayudar a conservar los suministros. El oxígeno suplementario también se puede utilizar de forma intermitente o según lo perciba el paciente como necesario según la gravedad de los síntomas. La oxigenoterapia generalmente se prescribe durante 12 a 48 horas o sólo durante el sueño, si los síntomas no son graves. Algunos pacientes responderán a un tratamiento a corto plazo de aproximadamente una hora y seguirán mejorando. Los pequeños botes de oxígeno que se encuentran ampliamente disponibles contienen sólo de 2 a 10 litros de oxígeno (dependiendo del tamaño), suficiente para sólo unos minutos de respiración y, por lo tanto, son inadecuados para tratar o prevenir las enfermedades de las alturas. Terapia hiperbárica, ejemplo de ello son las cámaras hiperbáricas portátiles, livianas (menos de 5 kg) e infladas manualmente son comunes en clínicas de montaña remotas y en expediciones, donde los suministros de oxígeno suplementario son limitados. Al aumentar la presión barométrica, las bolsas hiperbáricas son capaces de simular un descenso de 2500 m. o más, dependiendo de la altitud donde se utilicen. Son eficaces sin oxígeno suplementario o pueden usarse con un cilindro de oxígeno en la cámara para aumentar la eficacia. Una hora de tratamiento en una cámara presurizada alivia los síntomas, aunque regresan dentro de las 12 horas.[50,51] Sin embargo, las bolsas hiperbáricas pueden ser una medida eficaz para contemporizar mientras se espera el descenso o los beneficios de la terapia médica. En el caso de una enfermedad más grave, puede ser necesario un tratamiento a largo plazo (12 horas o más) para resolver completamente el mal agudo de montaña.

Prevención de las enfermedades a gran altitud

La mayoría de las personas ascienden a grandes altitudes con síntomas mínimos o sin síntomas, dejando tiempo suficiente para aclimatarse.[51] Un subconjunto de pacientes se beneficia de la profilaxis farmacológica. Esto incluye a aquellos con una predilección conocida por el mal de altura a pesar del ascenso gradual, y aquellos que deben ascender rápidamente por conveniencia (ejemplo turistas que viajan a centros turísticos de montaña o vuelan directamente a gran altitud[52] o por trabajo (personal militar y de rescate). Al determinar la estrategia preventiva óptima, los factores a considerar incluyen los siguientes: Susceptibilidad del paciente (antecedentes de enfermedad de gran altitud previa), exposición reciente a la altitud, perfil de ascenso previsto (es decir, ascenso rápido o gradual), medicamentos y alergias, propósito del ascenso.[53,54]

Un ascenso gradual o por etapas es el método más seguro para prevenir o mejorar las enfermedades de gran altitud.[55,56,57,58,59,60,61] Como pauta general, las personas que normalmente residen por debajo de los 1500 m de altura deben evitar un ascenso abrupto a altitudes superiores a los 2800 m especialmente si van directamente en transporte aéreo. Esto se logra mejor pasando una noche a una altitud intermedia. Un dicho común entre los montañistas es “escalar alto, dormir bajo”. Los viajes de un día a altitudes más altas y el regreso a una altitud más baja para dormir pueden acelerar la aclimatación y ayudar a prevenir las enfermedades de gran altitud. Si se dispone de tiempo, el ascenso por etapas es otro enfoque de aclimatación que reduce el riesgo de desarrollar enfermedades de gran altitud.[62,63] El ascenso por etapas implica ascender a la altitud por etapas. Se pasan de cinco a siete días a una altitud intermedia (normalmente de 3 000 a 4 000 m.) antes de proceder a elevaciones más altas. Pre-aclimatación. implica una exposición previa a altitudes más altas (hipoxia hipobárica) o ambientes que simulan una gran altitud (hipoxia normobárica) es una estrategia eficaz para prevenir enfermedades de gran altitud. Residir en un sitio por encima de los 2500 m o participar en breves ascensos a elevaciones reales de más de 2500 a 3000 m en las semanas previas a un viaje a elevaciones más altas (aproximadamente 4500 m. o superior) proporciona un grado de preaclimatación y puede permitir una velocidad de ascenso más rápida sin un mal de montaña agudo.[64,65] Las personas con antecedentes de enfermedades de gran altitud o enfermedad cardiopulmonar significativa deben recibir asesoramiento sobre su mayor riesgo y recibir un plan de ascenso conservador. El médico y el paciente deben revisar este perfil y discutir los riesgos relativos asociados con cada elevación, así como los riesgos de accesibilidad limitada a la atención médica y la evacuación. Educar a los pacientes sobre los primeros síntomas y signos de enfermedades

de gran altitud y la necesidad de una intervención inmediata, particularmente con respecto al edema pulmonar de gran altitud, puede salvar vidas.[66,67,68,69]

CONCLUSIONES

La presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) disminuye con la altura, lo que produce una hipoxia tisular progresiva. La respuesta compensatoria normal a la hipoxia hipobárica se denomina aclimatación. Su característica principal es el aumento de la ventilación. La capacidad de aclimatación varía mucho entre individuos y depende de muchos factores, incluido el grado de estrés hipóxico (velocidad de ascenso, altitud alcanzada), la capacidad intrínseca del individuo para compensar la disminución de la PaO2 y factores extrínsecos. El ascenso progresivo produce un mayor estrés hipóxico, lo que requiere mayores grados de adaptaciones fisiológicas y conductuales para preservar la función. Cuanto más rápido sea el ascenso y mayor la altitud, mayor será el estrés. Menos de 1500 m los síntomas de Enfermedad de gran altitud generalmente no se manifiestan. De 1500 a 2500 m aproximadamente, los síntomas son generalmente leves, si es que se experimentan. A partir de aproximadamente 2500 m. Los síntomas de leve a moderado se vuelven bastante comunes entre los visitantes no aclimatados después de un ascenso rápido. Como regla general, las personas que normalmente residen por debajo de los 1500 m de altura deben evitar un ascenso abrupto a altitudes superiores a los 2800 m para dormir. Se deben evitar los sedantes hipnóticos durante la aclimatación. La abstinencia de alcohol es lo más seguro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Araneo J, Escudero FI, Arbizu MAM, Trivarelli CB, Dooren MCVD, Lichtensztejn M, et al. Wellness and Integrative Health Education Campaign by undergraduate students in Music Therapy. Community and Interculturality in Dialogue 2024;4:117–117. https://doi.org/10.56294/cid2024117.

2. Ardiles-Irarrázabal R-A, Pérez-Díaz P, Pérez-González J-C, Valencia-Contrera M. Trait emotional intelligence as a damping factor in the face of post-pandemic lockdown academic exhaustion? Salud, Ciencia y Tecnología 2024;4:787–787. https://doi.org/10.56294/saludcyt2024787.

3. Auza-Santiváñez JC, Díaz JAC, Cruz OAV, Robles-Nina SM, Escalante CS, Huanca BA. Gamification in personal health management: a focus on mobile apps. Gamification and Augmented Reality 2024;2:31–31. https://doi.org/10.56294/gr202431.

4. Bärtsch P, Swenson ER. Acute high-altitude illnesses. N Engl J Med. 2013 Oct 24;369(17):1666-7. Available at: 10.1056/NEJMc1309747

5. Basnyat B, Murdoch DR. Mal de altura. Lancet 2003; 361:1967. Available at:10.1016/S0140-6736(03)13591-X

6. Beidleman BA, Fulco CS, Muza SR, et al. Effect of six days of staging on physiologic adjustments and acute mountain sickness during ascent to 4300 meters. High Alt Med Biol. 2009;10:253. Available at: https://doi.org/10.1089/ham.2009.1052

7. Beidleman BA, Fulco CS, Muza SR, et al. Effect of six days of staging on physiologic adjustments and acute mountain sickness during ascent to 4300 meters. High Alt Med Biol. 2009;10:253. Available at: https://doi.org/10.1089/ham.2009.1052

8. Bloch KE, Turk AJ, Maggiorini M, et al. Effect of ascent protocol on acute mountain sickness and success at Muztagh Ata, 7546 m. High Alt Med Biol. 2009;10:25. Available at: https://doi.org/10.1089/ham.2008.1031

9. Burtscher J, Swenson ER, Hackett PH, et al. Flying to high-altitude destinations: Is the risk of acute mountain sickness greater? J Travel Med. 2023;30. Available at: https://doi.org/10.1093/jtm/taad051

10. Cancino V, Garzon ML, Hansen A, Brusca maria I. Evaluation of the preference and recommendation of dentists regarding the use of bamboo toothbrushes. Odontologia (Montevideo) 2024;2:125–125. https://doi.org/10.62486/agodonto2024125.

11. Cancino V, Monteagudo A, Brusca MI, Baggini E, Ferreira AV. Assessment of the level of knowledge in dentists about the benefits of bamboo toothbrushes compared to conventional plastic ones. AG Salud 2024;2:121–121. https://doi.org/10.62486/agsalud2024121.

12. Cano AMC. The gentrification of health: an analysis of its convergence. Gentrification 2024;2:54–54.

https://doi.org/10.62486/gen202454.

13. Cano CAG, Castillo VS. Scholarly Output on Computer Networks and Communication: A Ten-Year Bibliometric Analysis in Scopus (2013-2022). Gamification and Augmented Reality 2024;2:29–29. https://doi.org/10.56294/gr202429.

14. Caquimbo GA, Virgilito A, Saldaña J. Functional aesthetic rehabilitation and its impact on self-esteem. Odontologia (Montevideo) 2024;2:126–126. https://doi.org/10.62486/agodonto2024126.

15. Caro SB, García M. Symbols in the field: a semiotic analysis of the football shields of bolívar city, colombia. Community and Interculturality in Dialogue 2024;4:138–138. https://doi.org/10.56294/cid2024138.

16. Céspedes-Proenza I, La-O-Rojas Y, García-Bacallao Y, Leyva-Samuel L, Padín-Gámez Y, Crispin-Rodríguez D. Educational intervention on oral cancer in high-risk patients over 35 years of age. Community and Interculturality in Dialogue 2024;4:127–127. https://doi.org/10.56294/cid2024127.

17. Claudio BAM. Application of Data Mining for the Prediction of Academic Performance in University Engineering Students at the National Autonomous University of Mexico, 2022. LatIA 2024;2:14–14. https://doi.org/10.62486/latia202414.

18. Collazos JV. The management of human talent in the new business landscape, from the analysis of strategies for recruitment, selection, and development. SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations 2024;2:238–238. https://doi.org/10.56294/piii2024238.

19. Dehnert C, Böhm A, Grigoriev I, et al. Sleeping in moderate hypoxia at home for prevention of acute mountain sickness (AMS): a placebo-controlled, randomized double-blind study. Wilderness Environ Med. 2014;25:263. doi: 10.1016/j.wem.2014.05.005. Available at: https://doi.org/10.1016/j.wem.2014.05.005

20. Demianchuk A, Hrymskyy V, Tsyhanyk M, Tymkiv B, Pidkova I. Analysis of scientific research on the sacred art of the Roman Catholic Church in Ukrainian territories. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2024;3:.1234-.1234. https://doi.org/10.56294/sctconf2024.1234.

21. Durmowicz AG, Noordeweir E, Nicholas R, Reeves JT. Inflammatory processes may predispose children to high-altitude pulmonary edema. J Pediatr. 1997;130:838. Available at: https://doi.org/10.1016/S0022-3476(97)70108-9

22. Espinosa-Jaramillo MT. Internal Control in Companies from the Perspective of the COSO. Management (Montevideo) 2024;2:28–28. https://doi.org/10.62486/agma202428.

23. Ftaikhan AK, Al-Sharrad MA. Effect of Compaction Pressure on a Stabilized Rammed Earth Behavior. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2024;3:821–821. https://doi.org/10.56294/sctconf2024821.

24. Gallagher SA, Hackett PH, Rosen JM. High-altitude illnesses: physiology, risk factors, prevention, and treatment. J Am Osteopath Assoc. 2013 Jun;113(6):468-74. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23908794/

25. González MS, Pérez AG. Proposal of actions to improve accessibility at the Hotel Las Yagrumas, Artemisa. Management (Montevideo) 2024;2:25–25. https://doi.org/10.62486/agma202425.

26. Gonzalez-Argote J, Castillo-González W. Problem-Based Learning (PBL): review of the topic in the context of health education. Seminars in Medical Writing and Education 2024;3:57–57. https://doi.org/10.56294/mw202457.

27. Graham LE, Basnyat B. Cerebral edema in the Himalayas: too high, too fast! Wilderness Environ Med. 2001;12:62. doi: 10.1580/1080-6032(2001)012[0062:CEITHT]2.0.CO;2. Available at: https://doi.org/10.1580/1080-6032(2001)012[0062:CEITHT]2.0.CO;2

28. Grissom CK, Roach RC, Sarnquist FH, Hackett PH. Acetazolamide in the treatment of acute mountain sickness: clinical efficacy and effect on gas exchange. Ann Intern Med. 1992;116:461. Available at: https://doi.

org/10.7326/0003-4819-116-6-461.

29. Grissom CK, Roach RC, Sarnquist FH, Hackett PH. Acetazolamide in the treatment of acute mountain sickness: clinical efficacy and effect on gas exchange. Ann Intern Med. 1992;116:461. Available at: https://doi.org/10.7326/0003-4819-116-6-461.

30. Hackett P, Luks AM, Lawley JS, Roach RC. High Altitude Medicine and Pathophysiology. In: Auerbach PA, editor. Wilderness Medicine. 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p. 8-28. Available at: https://www.elsevier.com/books/wilderness-medicine/auerbach/978-0-323-40476-2

31. Hackett PH, Roach RC, Wood RA, et al. Dexamethasone for prevention and treatment of acute mountain sickness. Aviat Space Environ Med. 1988 Oct;59(10):950-4. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3190622/.

32. Hernández-Flórez N, Rosa EB de la, Klimenko O, Santander MJO, Araque-Barboza F, Vásquez-Torres J. Cognitive Impairment in the Elderly: A systematic review of the literature. Salud, Ciencia y Tecnología 2024;4:799–799. https://doi.org/10.56294/saludcyt2024799.

33. İpek MA, Yıldırım AC, Büyükbudak E, Tomás J, Severino S, Sousa L. Physical activity and successful aging: community-based interventions for health promotion. Community and Interculturality in Dialogue 2024;4:.157-.157. https://doi.org/10.56294/cid2024.157.

34. Keller HR, Maggiorini M, Bärtsch P, Oelz O. Simulated descent v dexamethasone in treatment of acute mountain sickness: a randomised trial. BMJ. 1995 May 13;310(6989):1232-5. Available at: https://doi.org/10.1136/bmj.310.6989.1232

35. Kravchenko H, Ryabova Z, Kossova-Silina H, Zamojskyj S, Holovko D. Integration of information technologies into innovative teaching methods: Improving the quality of professional education in the digital age. Data and Metadata 2024;3:431–431. https://doi.org/10.56294/dm2024431.

36. López DES, Cruz AE. Clinical experience of a patient with hemopericardium. Multidisciplinar (Montevideo) 2024;2:69–69. https://doi.org/10.62486/agmu202469.

37. Losada MF. The Organizational Culture as a Driver of Business Growth: A Comprehensive Approach. SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations 2024;2:237–237. https://doi.org/10.56294/piii2024237.

38. Luks AM, Auerbach PS, Freer L, et al. Wilderness Medical Society clinical practice guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness: 2019 update. High Alt Med Biol. 2019;20(3):146-154. Available at: https://doi.org/10.1089/ham.2019.0040.

39. Luks AM, Hackett PH. Medical conditions and high-altitude travel. N Engl J Med. 2022;386:364. Available at: https://doi.org/10.1056/NEJMc2114896

40. Luks AM, Swenson ER, Bärtsch P. Acute high-altitude sickness. Eur Respir Rev. 2017;26. Available at: https://doi.org/10.1183/16000617.0014-2017.

41. McIntosh SE, Opacic M, Freer L, et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the prevention and treatment of frostbite: 2014 update. Wilderness Environ Med. 2014;25:S43. Available at: https://doi.org/10.1016/j.wem.2014.08.003

42. Meier D, Collet TH, Locatelli I, et al. Does this patient have acute mountain sickness?: The Rational Clinical Examination systematic review. JAMA. 2017;318:1810. Available at: https://doi.org/10.1001/jama.2017.14987.

43. Montenegro AN, Bálsamo F, Brusca MI, Zunini G, Jewtuchowicz V. Influence of vegan and vegetarian diet on oral health. AG Salud 2024;2:116–116. https://doi.org/10.62486/agsalud2024116.

44. Ñañez-Silva MV, Lucas-Valdez GR, Larico-Quispe BN, Peñafiel-García Y. Education for Sustainability: A Data-Driven Methodological Proposal for the Strengthening of Environmental Attitudes in University Students and Their Involvement in Policies and Decision-Making. Data and Metadata 2024;3:448–448. https://doi.

org/10.56294/dm2024448.

45. National Tibetan Plateau Data Center, Du Y. Population statistics of Qinghai-Tibet Plateau (1952-2016). Beijing, China. Available at: https://data.tpdc.ac.cn/zh-hans/data/f8ba120e-1afa-43ff-9826-5e44507d3373/

46. Ogolodom MP, Egop EB, Alazigha N, Rufus A, Ezugwu EE, Ikegwuonu NC, et al. Magnetic resonance imaging findings in cervical pathologies and its' correlation with patient´s body mass index in Anambra state, Nigeria: a cross-sectional study. Multidisciplinar (Montevideo) 2024;2:68–68. https://doi.org/10.62486/agmu202468.

47. Oliva E, Díaz M. Exploration of regularities in bipartite graphs using GEOGEBRA software. LatIA 2024;2:51–51. https://doi.org/10.62486/latia202451.

48. Ortega P, Virgilito A. Zygomatic Implants: The importance of the correct choice of surgical technique. Odontologia (Montevideo) 2024;2:124–124. https://doi.org/10.62486/agodonto2024124.

49. Oubellouch H, Aziz S. Risk assessment for the liquefied petroleum gas filling industry using fuzzy logic and hazard and operability. Salud, Ciencia y Tecnología 2024;4:749–749. https://doi.org/10.56294/saludcyt2024749.

50. P LR. Innovating in Mental Health: Metacognitive Psychotherapy. Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria 2024;4:74–74. https://doi.org/10.56294/ri202474.

51. Parada REA, Ferrer MF, Astbury M de los Á, Brazza S. Frequency of cases of Argentine Hemorrhagic Fever in the province of Santa Fe between the years 2018 to 2022. AG Salud 2024;2:119–119. https://doi.org/10.62486/agsalud2024119.

52. Parra AL, Escalona E, Navarrete FB. Physical fitness assessment of a Venezuelan industrial direct labor force population. Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria 2024;4:88–88. https://doi.org/10.56294/ri202488.

53. Peña-Méndez A, Gutiérrez EI, Hernández IM, Díaz-González Y, Crispin-Castellanos D. Didactic strategy for the training of skills in clinical trials of Stomatology residents. Seminars in Medical Writing and Education 2024;3:59–59. https://doi.org/10.56294/mw202459.

54. Razooq AM, Sayhood EK, Resheq AS. Effects of steel reinforcement ratios on the flange effective width for reinforced concrete T-beams casting with recycled coarse aggregate. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2024;3:820–820. https://doi.org/10.56294/sctconf2024820.

55. Rivas JP. State administrative reparation to the victims within the framework of theJEP in the Municipality of Quibdo in the period 2018-2022. SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations 2024;2:239–239. https://doi.org/10.56294/piii2024239.

56. Riveros ER, Espinoza MÁL. Relationship between sociodemographic factors and quality of life in hemodialysis patients. Salud, Ciencia y Tecnología 2024;4:744–744. https://doi.org/10.56294/saludcyt2024744.

57. Sánchez-Castillo V, Romero RÁ, Olascoaga BGJ. Analysis of research trends on the implementation of information systems in the agricultural sector. Data and Metadata 2024;3:442–442. https://doi.org/10.56294/dm2024442.

58. Savitha D, Sudha L. Sentence level Classification through machine learning with effective feature extraction using deep learning. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias 2024;3:702–702. https://doi.org/10.56294/sctconf2024702.

59. Schneider M, Bernasch D, Weymann J, et al. Acute mountain sickness: influence of susceptibility, preexposure, and ascent rate. Med Sci Sports Exerc. 2002;34:1886. Available at: https://doi.org/10.1097/00005768-200211000-00017

60. Schoene RB. Enfermedades a gran altura. Pecho 2008; 134:402.

61. Sidiq M, Chahal A, Gupta S, Vajrala KR. Advancement, utilization, and future outlook of Artificial

Intelligence for physiotherapy clinical trials in India: An overview. Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitacion Interdisciplinaria 2024;4:73–73. https://doi.org/10.56294/ri202473.

62. Simon RB, Simon DA. Preparing for travel to high altitudes. Nursing. 2012;42(9):66-67. Available at: https://doi.org/10.1097/01.nurse.0000418627.60207.42

63. Stream JO, Grissom CK. Update on high-altitude pulmonary edema: pathogenesis, prevention, and treatment. Wilderness Environ Med 2008; 19:293. Available at: 10.1580/07-WEME-REV-173.1

64. Volodymyr V, Kolumbet V, Halachev P, Khambir V, Ivanenko R. Methods and algorithms of optimization in computer engineering: review and comparative analysis. Data and Metadata 2024;3:443–443. https://doi.org/10.56294/dm2024443.

65. Ward, Milledge and West's High Altitude Medicine and Physiology. 6th ed. Boca Raton: CRC Press; 2021. Available at : https://www.crcpress.com

66. Ward, Milledge and West's High Altitude Medicine and Physiology, 2021.6.a ed, Luks A, Ainslie, P N, Lawley JS, Roach RC, Simonson TS (Eds), CRC Press, Boca Raton 2021.4

67. West JB, Schoene RB, Milledge JS, Luks AM. High Altitude Medicine and Physiology. 5th ed. London, UK: CRC Press; 2012. Available at: https://doi.org/10.1201/b13015

68. Zapata RE, Guerrero EC, Montilla RE. Emerging Technologies in Education: A Bibliometric Analysis of Artificial Intelligence and its Applications in Health Sciences. Seminars in Medical Writing and Education 2024;3:49–49. https://doi.org/10.56294/mw202449.

69. Zapata RJ. Gentrified Humanities? An analysis of the main trends in the Scopus database. Gentrification 2024;2:53–53. https://doi.org/10.62486/gen202453.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para la aplicación del presente estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez, Ingrid Neysa Cabezas-Soliz.
Análisis formal: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez.
Investigación: Paul Cardozo Gil, Jorge Márquez-Molina.
Metodología: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez.
Supervisión: Paul Cardozo Gil, Ingrid Neysa Cabezas-Soliz.
Validación: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez.
Visualización: Dilma Villca-Villca, Ritdber Alfredo Quispe Sarmiento.
Redacción-borrador original: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez, Paul Cardozo Gil, Mildred Ericka Kubatz La Madrid, Ingrid Neysa Cabezas-Soliz, Jorge Márquez-Molina, Yamila Cruz Cruz, Dilma Villca-Villca, Ritdber Alfredo Quispe Sarmiento.
Redacción- revisión y edición: Jhossmar Cristians Auza-Santivañez, Paul Cardozo Gil, Mildred Ericka Kubatz La Madrid, Ingrid Neysa Cabezas-Soliz, Jorge Márquez-Molina, Yamila Cruz Cruz, Dilma Villca-Villca, Ritdber Alfredo Quispe Sarmiento.