



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA DEL TRABAJO

COHORTE 4

Trabajo Final Integrador

Autora: Dra. Ruiz Núñez, Maria Agostina

Tutor: Dr. Henares, Eduardo

**DAÑO EN LA SALUD POR COMPLICACIONES DEL MAL DE ALTURA EN
TRABAJADORES MINEROS**

Índice

Resumen.....	pág. 3
Introducción.....	pág. 4
Objetivos	pág. 6
Marco teórico.....	pág. 7
Diseño metodológico	pág. 10
Resultados	pág. 14
Discusión	pág. 24
Conclusiones.....	pág. 26
Bibliografía	pág. 27
Anexo	pág. 28

RESUMEN

La adaptación humana a grandes altitudes involucra un conjunto de respuestas fisiológicas complejas debido a la reducción de oxígeno disponible, lo que afecta diversos sistemas del cuerpo. La disminución de la presión barométrica y la consiguiente reducción de la presión parcial de oxígeno (PO₂) en el aire inspirado son los principales factores que condicionan la hipoxia tisular. La aclimatación es el proceso por el cual el cuerpo se adapta a estas condiciones, mejorando la oxigenación y la eficiencia en el uso de oxígeno a nivel celular. A pesar de los mecanismos de aclimatación que ocurren durante la exposición a la altitud, las personas pueden experimentar dificultades para adaptarse, lo que lleva a problemas de salud como la enfermedad de gran altitud. Las diferencias individuales en la capacidad de aclimatación hacen que sea fundamental comprender los mecanismos involucrados en este proceso. ¿Cómo mitigar los daños agudos, ocasionados por las complicaciones del mal de altura, en la salud de los trabajadores de una mina a cielo abierto de oro durante el periodo 2021-2022?

Objetivo general: Generar un protocolo que ayude a mitigar los daños agudos en la salud de los trabajadores mineros ocasionados por las complicaciones del mal de altura.

Método: estudio observacional retrospectivo.

Conclusión: El protocolo diseñado en el estudio, que propone una estratificación de riesgos basada en la severidad de los síntomas, muestra un enfoque efectivo para mejorar el manejo y diagnóstico temprano de las enfermedades relacionadas con la altura. Es fundamental que se implemente un sistema continuo de monitoreo y seguimiento para identificar rápidamente los primeros signos de complicación y evitar consecuencias graves como el edema cerebral y pulmonar.

Palabras clave: mal de altura, protocolo, trabajadores de mina.

INTRODUCCIÓN

La operación de una mina de oro ubicada a una altitud de 4200 metros sobre el nivel del mar (msnm) plantea una serie de desafíos únicos y significativos. Situada a una distancia de 350 kilómetros de la ciudad más cercana, esta mina se encuentra en una región donde la altitud presenta un riesgo considerable para la salud, exacerbado por la falta de posibilidad de aclimatación durante el trayecto al sitio. El rápido ascenso, desde una altitud de 800 msnm hasta 4200 msnm, en aproximadamente 7 horas, aumenta la exposición al estrés hipóxico, afectando la capacidad del cuerpo para adaptarse a la altitud y ocasionando potenciales complicaciones de salud para quienes trabajan en la mina.

La enfermedad de gran altitud es el término colectivo para los síndromes cerebrales y pulmonares únicos que pueden ocurrir después de un ascenso inicial a gran altitud (generalmente por encima de 2000 a 2500 m, 6500 a 8200 pies) o después de un ascenso adicional mientras ya se encuentra a gran altitud. Incluye el mal agudo de montaña y el edema cerebral de gran altitud, que afectan al cerebro, y el edema pulmonar de gran altitud, que afecta a los pulmones. 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.

La mayoría de los expertos consideran que el mal de montaña agudo y el edema cerebral de gran altitud representan 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 (Roach RC, Lawley JS, Hackett PH, 2017; Luks A, Ainslie, PN, Lawley JS, Roach RC, Simonson TS, 2021).

Se caracteriza por dolor de cabeza en combinación con otros síntomas inespecíficos, como malestar y anorexia. El edema cerebral de altura es la forma menos común de enfermedad de gran altitud, pero es rápidamente fatal si no se reconoce ni se trata rápidamente.

El edema pulmonar por altitud 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 (8000 pies) (Basnyat, B., & Murdoch, D. R., 2003). Puede acompañar a mal agudo de montaña y al edema cerebral de altura, es la causa más común de muerte entre las enfermedades de gran altitud. Las personas que han tenido edema pulmonar por altitud tienen un alto riesgo de recurrencia si ascienden a la misma altitud, particularmente si lo hacen al mismo ritmo de ascenso.

Además, las condiciones climáticas adversas en esta región pueden dificultar el descenso en caso de emergencias, añadiendo una capa adicional de complejidad a las operaciones.

La evidencia científica disponible en este contexto no incluye datos específicos relacionados con ascensos con las particularidades antes mencionadas.

En este marco, es esencial identificar estrategias efectivas para prevenir y manejar las enfermedades relacionadas con la altura y garantizar la seguridad y el bienestar de quienes realizan estas labores en condiciones tan exigentes.

Pregunta problema: ¿Cómo mitigar los daños agudos, ocasionados por las complicaciones del mal de altura, en la salud de los trabajadores de una mina a cielo abierto de oro durante el periodo 2021-2022?

Hipótesis: La implementación de un protocolo estandarizado para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades relacionadas con la altura, basado en la estratificación de riesgo, permitirá mitigar los daños agudos severos ocasionados por las complicaciones del mal de altura.

OBJETIVOS

Objetivo general: Generar un protocolo que ayude a mitigar los daños agudos en la salud de los trabajadores mineros ocasionados por las complicaciones del mal de altura.

Objetivos específicos:

1. Establecer una escala para estratificar a los pacientes según la severidad del cuadro clínico.
2. Elaborar un protocolo que incluya criterios diagnósticos, pautas de seguimiento y tratamiento basados en la estratificación de riesgos.
3. Establecer un proceso de revisión continua del proceso para detectar oportunidades de mejora.

MARCO TEÓRICO

Altura y sus efectos fisiológicos

La presión parcial de oxígeno (PO₂) es un factor crucial en el transporte de oxígeno desde el aire inspirado hasta los tejidos. En condiciones normales a nivel del mar, existe un gradiente de presión de oxígeno que facilita la difusión del oxígeno desde los alvéolos hacia la sangre, y desde allí a los tejidos, donde es utilizado por las células para la producción de energía. Sin embargo, con el aumento de la altitud, la presión barométrica disminuye, lo que afecta directamente la PO₂ del aire inspirado (PIO₂) y, por lo tanto, la cascada de oxígeno. La ecuación que describe esta relación es $PIO_2 = FIO_2 \times (P_b - 47 \text{ mmHg})$, donde P_b es la presión barométrica y FIO_2 la fracción de oxígeno en el aire inspirado (Roach, Lawley, & Hackett, 2017).

A medida que la altitud aumenta, la presión barométrica disminuye de manera curvilínea, lo que resulta en una reducción en la oxigenación de los tejidos, especialmente en situaciones de alta demanda metabólica, como en trabajos realizados a gran altitud. Este fenómeno genera hipoxia tisular, conocida como hipoxia hipobárica, que es la principal causa de enfermedades relacionadas con la altura (Roach, Lawley, & Hackett, 2017).

Aclimatación y adaptación a la altitud

Para contrarrestar los efectos negativos de la hipoxia hipobárica, el cuerpo humano inicia un proceso de aclimatación, que consiste en una serie de ajustes fisiológicos que mejoran la oxigenación de los tejidos. Este proceso involucra diversos mecanismos, incluyendo cambios ventilatorios, circulatorios y hematológicos. A lo largo del ascenso, el cuerpo comienza a responder a la hipoxia aumentando la ventilación, lo que eleva la PO₂ alveolar y mejora la captación de oxígeno (Uptodate, 2023). La aclimatación también implica la activación de factores inducibles por hipoxia (HIF), que son responsables de regular genes relacionados con la respuesta a la falta de oxígeno (Uptodate, 2023).

Este proceso puede durar desde varios minutos hasta semanas, y su efectividad varía considerablemente entre individuos debido a factores como la genética, las condiciones médicas preexistentes y el entorno (Uptodate, 2023). Además, la aclimatación permite mejorar la eficiencia del transporte y la utilización del oxígeno, aunque no puede restaurar completamente la PO₂ tisular a los niveles observados a nivel del mar (Uptodate, 2023).

Cambios ventilatorios, circulatorios y hematológicos

Uno de los primeros y más importantes mecanismos de aclimatación es el aumento de la ventilación, que es inducido por los quimiorreceptores periféricos, los cuales responden a la disminución de la saturación de oxígeno en la sangre. Este incremento en la ventilación lleva a una alcalosis respiratoria, que es compensada por los riñones, ayudando a restaurar el equilibrio ácido-base (Uptodate, 2023). La respuesta ventilatoria varía entre individuos, dependiendo de factores genéticos y extrínsecos, como el consumo de sustancias que alteran la respiración, como el alcohol o los sedantes (Uptodate, 2023).

A nivel circulatorio, el cuerpo experimenta un aumento en el gasto cardíaco, la presión arterial y la frecuencia cardíaca como parte de la respuesta a la hipoxia. Sin embargo, la disminución del volumen plasmático reduce el volumen sistólico, lo que puede limitar la capacidad del cuerpo para adaptar su circulación a las exigencias del ejercicio en altitud (Roach, Lawley, & Hackett, 2017).

El sistema circulatorio también se adapta a través de la vasoconstricción pulmonar hipóxica, que incrementa la resistencia vascular pulmonar y la presión arterial pulmonar, lo que favorece el intercambio de gases al mejorar la ventilación y la perfusión en los pulmones (Uptodate, 2023).

A nivel hematológico, uno de los cambios más notables es el aumento de la concentración de hemoglobina en la sangre. Este incremento se debe a la hipoxemia,

que estimula la producción de eritropoyetina y, en consecuencia, la producción de glóbulos rojos. Este aumento en la hemoglobina es esencial para contrarrestar la disminución de la saturación de oxígeno en altitudes superiores a los 4.000 m (Roach, Lawley, & Hackett, 2017).

Entrega y utilización de oxígeno

La entrega y utilización de oxígeno en los tejidos también experimentan cambios significativos a gran altitud. En particular, la difusión de oxígeno desde los capilares hacia las mitocondrias se ve afectada por la atrofia de las fibras musculares, un fenómeno relacionado con la falta de oxígeno disponible y el déficit energético resultante (Uptodate, 2023). A nivel celular, el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), activado por HIF-1 α , promueve la angiogénesis y el aumento del flujo sanguíneo, lo que favorece la oxigenación de los tejidos y mejora el metabolismo oxidativo (Uptodate, 2023).

DISEÑO METODOLÓGICO:**TIPO DE ESTUDIO:**

Análisis de caso. Estudio observacional retrospectivo.

POBLACIÓN:

Los trabajadores mineros que consultaron al servicio médico en la mina de oro ubicada a 4200 metros sobre el nivel del mar (msnm) durante el período de estudio (2021-2022).

MUESTRA:

14 trabajadores (sobre 1000) mineros que consultaron al servicio médico en la mina de oro ubicada a 4200 metros sobre el nivel del mar (msnm) durante el período de estudio (2021-2022) por signos y síntomas compatibles con mal agudo de montaña severo

MODALIDAD DE MUESTREO:

Paciente con mal agudo de montaña severo o complicado.

MODALIDAD DE PARTICIPACIÓN:

Anónimo.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Se incluirán individuos que estén empleados como trabajadores en la mina de oro ubicada a 4200 metros sobre el nivel del mar (msnm), que hayan consultado al servicio médico de la mina durante el período de estudio (2021-2022) por signos y síntomas clínicos compatibles con mal agudo de montaña severo o complicado.

PERIODO DE TIEMPO Y ESPACIO:

El estudio se llevará a cabo durante el periodo de 2 años, desde 2021 hasta 2022 en una mina de oro ubicada a 4200 msnm.

TAMAÑO MUESTRAL:

El tamaño de la población es 14 trabajadores mineros con diagnóstico de mal agudo de montaña severo o complicado (sobre 1000 empleados).

VARIABLES:

Nombre de la variable	Tipo de variable	Rango de variable
Edad	Cuantitativa continua	Años
Frecuencia respiratoria	Cuantitativa discreta	Respiraciones por minuto (rpm)
Frecuencia cardiaca	Cuantitativa discreta	Latidos por minuto (lpm)
Temperatura	Cuantitativa continua	Grados centígrados (°C)
Saturación de oxígeno	Cuantitativa continua	Porcentaje de saturación (%)
Presión arterial	Cuantitativa continua	Valor numérico (mmHg)
Subidas a mina	Cualitativa ordinal	Primera, segunda, ulterior.
Días de turno en mina	Cuantitativa discreta	Valor numérico
Número de consultas antes de la complicación	Cuantitativa discreta	Valor numérico
Sexo	Cualitativa nominal	Femenino, masculino.
Motivo de consulta	Cualitativa nominal	Disnea, tos, cefalea, dolor torácico
Requerimiento de traslado	Cualitativa nominal	Si, No.

Motivo del traslado	Cualitativa nominal	Edema agudo de pulmón por altura, Edema cerebral de altura, Edema cerebral y pulmonar de altura.
Destino del traslado	Cualitativa nominal	Servicio de Emergencia de mayor complejidad, Unidad de Terapia Intensiva
Tipo de tarea del empleado	Cualitativa ordinal	Forzada, Moderada, Liviana
Indicación de reposo o seguimiento	Cualitativa nominal	Si, No.
Concurrió a control en su llegada a la mina.	Cualitativa nominal	Si, No.
Personal de salud de la primera atención entrenado en mal agudo de montaña.	Cualitativa nominal	Si, No.
Empleado entrenado en inducción de mal agudo de montaña.	Cualitativa nominal	Si, No.

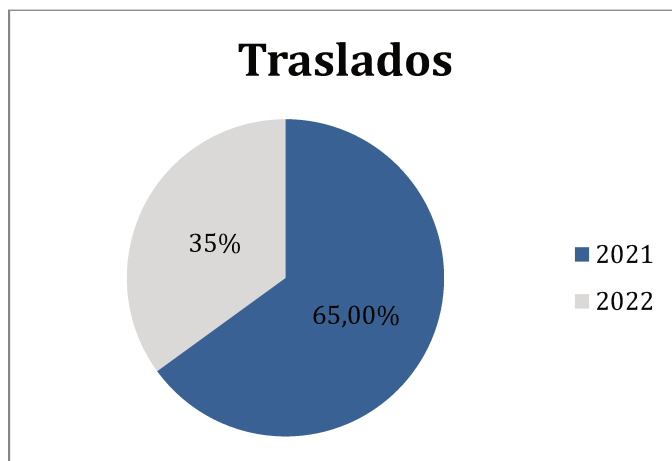
Estación del año	Cualitativo nominal	Primavera, Verano, Otoño, Invierno.
Año del acontecimiento	Cualitativo nominal	2021, 2022

RESULTADOS

Gráfico 1: traslados en ambulancia por mal agudo de montaña severo o complicado durante 2021, 2022.

2021: Durante este año, se reportaron 9 casos (65%) que requirieron traslado médico en diferentes meses. Esto sugiere que hubo un número significativo de trabajadores que experimentaron síntomas de mal de montaña severo o complicado, lo que llevó a que necesitaran atención médica urgente y descenso de mina.

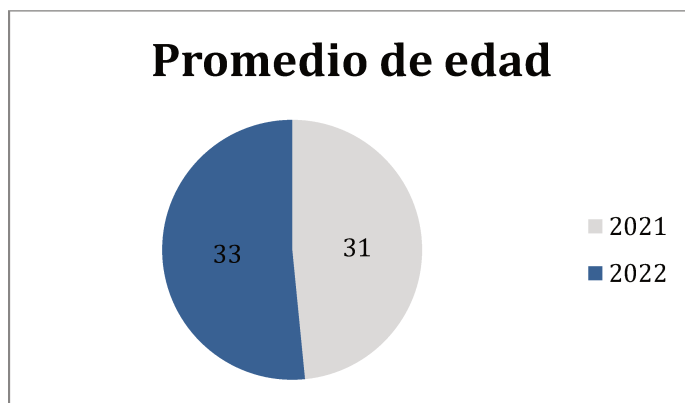
2022: En este año se repiten los casos de mal agudo de montaña severo o complicado, pero el patrón de ocurrencia de los mismos no es tan continuo como en 2021. Se observa una disminución de la necesidad de traslados en los últimos meses del año. Sin embargo, la necesidad de traslado médico aún persiste.



Fuente de elaboración propia

Gráfico 2: edad promedio de traslados durante el 2021 y 2022

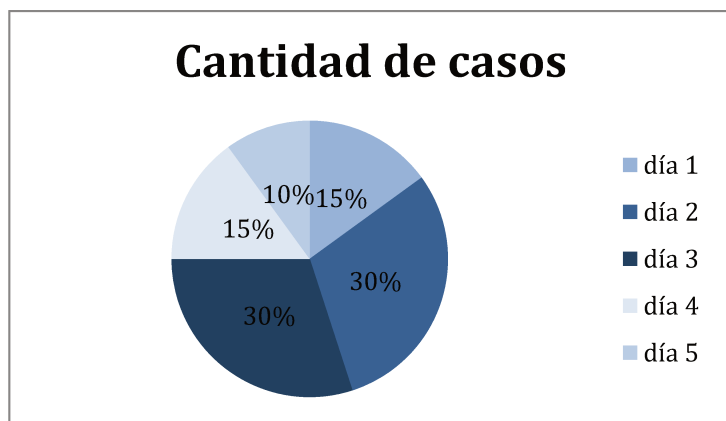
El rango etario de los trabajadores afectados oscila entre los 21 hasta los 52 años. La mayor incidencia de complicaciones fue registrada en personas jóvenes (de 20 a 30 años). La edad promedio fue de 32 años. Esto sugiere que los hombres jóvenes son predominantemente quienes requieren atención médica crítica en el contexto presentado.



Fuente de elaboración propia

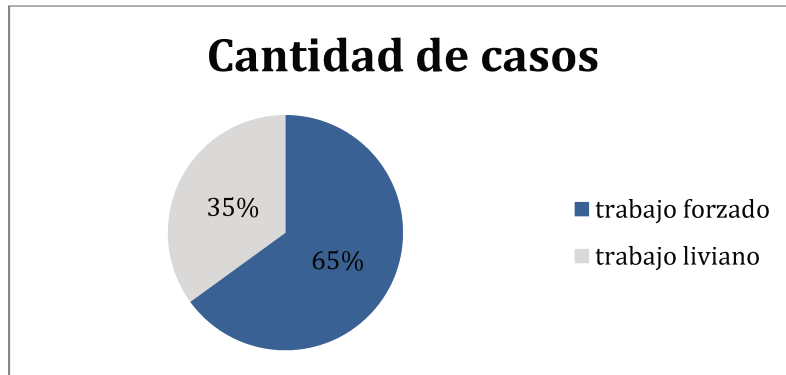
Gráfico 3: Cantidad de casos de mal agudo de montaña severo o complicado según día de roster durante 2021, 2022.

Todos los casos que desarrollaron formas graves del cuadro clínico se presentaron dentro de los 5 días de exposición a la altura geográfica. Se observó que la incidencia fue más elevada en el día 2 y 3.



Fuente de elaboración propia

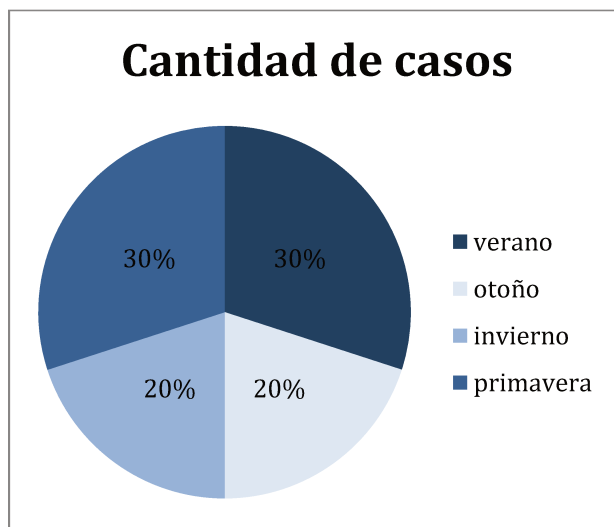
Gráfico 4: Cantidad de casos de mal agudo de montaña severo o complicado según tipo de trabajo durante 2021, 2022



Fuente de elaboración propia

El 65% de las complicaciones estuvieron asociados a trabajos forzados, el 35% a trabajo liviano.

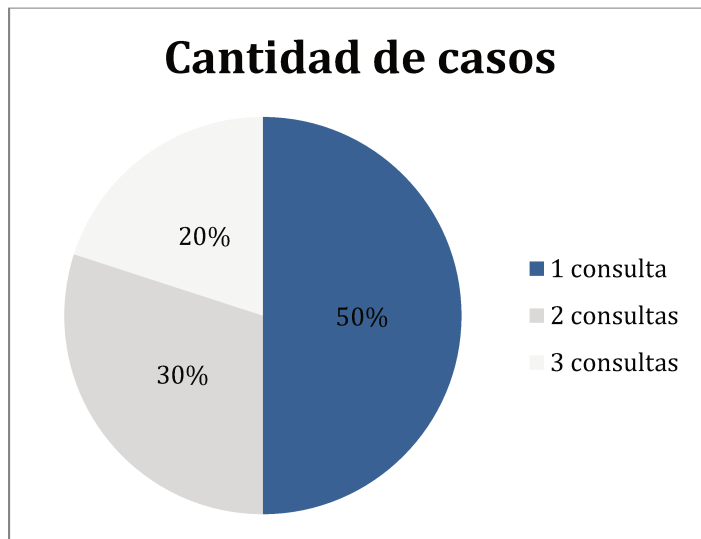
Gráfico 5: cantidad de casos por estación del año



Fuente de elaboración propia.

Los signos vitales reflejan un estado de salud comprometido, con una saturación de oxígeno notablemente baja y una frecuencia cardíaca elevada, lo que refleja alteraciones en la adaptación a la altura.

Gráfico 6: Número de consultas que realizó el colaborador antes de ser trasladado por complicaciones del mal agudo de montaña durante 2021, 2022

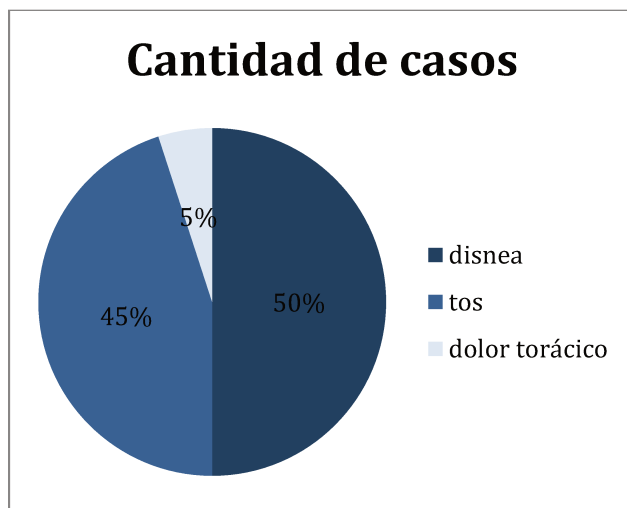


Fuente de elaboración propia

El 50% de los traslados se realizaron en la primera consulta.

Gráfico 7: Motivo de consulta expresado por el paciente antes de ser trasladado por complicaciones del mal agudo de montaña durante 2021, 2022.

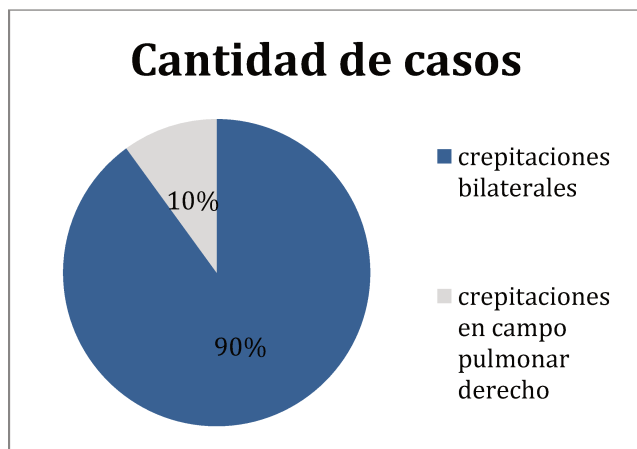
Motivo de consulta: Refleja las principales quejas y síntomas que llevaron al trabajador a buscar atención médica, como disnea y tos.



Fuente de elaboración propia

Gráfico 8: Hallazgos en el examen físico respiratorio en los pacientes trasladados por mal agudo de montaña complicado durante 2021, 2022.

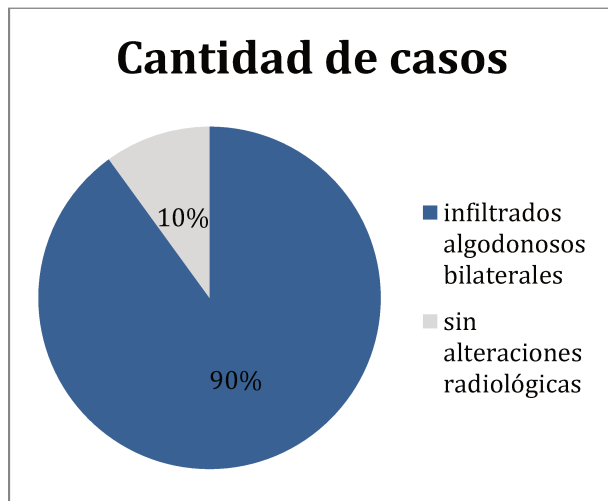
Descripción de los hallazgos durante el examen físico respiratorio, destacando la presencia de "crepitantes bilaterales bibasales", que indica compromiso pulmonar.



Fuente de elaboración propia

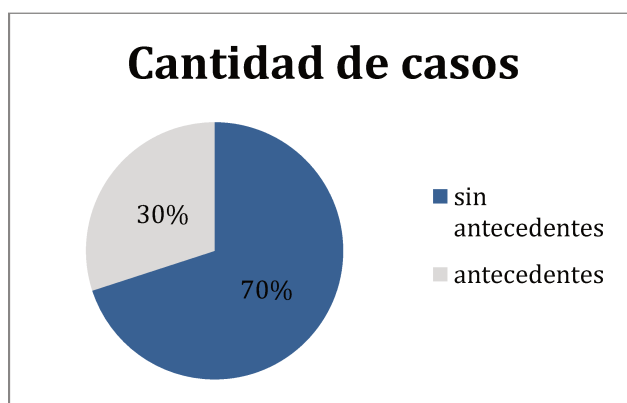
Gráfico 9: Hallazgos radiológicos en los pacientes trasladados por mal agudo de montaña complicado durante 2021, 2022

Radiografía de tórax: Los resultados radiológicos, que muestran infiltrados bilaterales (indicativo de edema agudo de pulmón) en la mayoría de los casos, aunque uno de los casos no presenta alteraciones radiográficas.



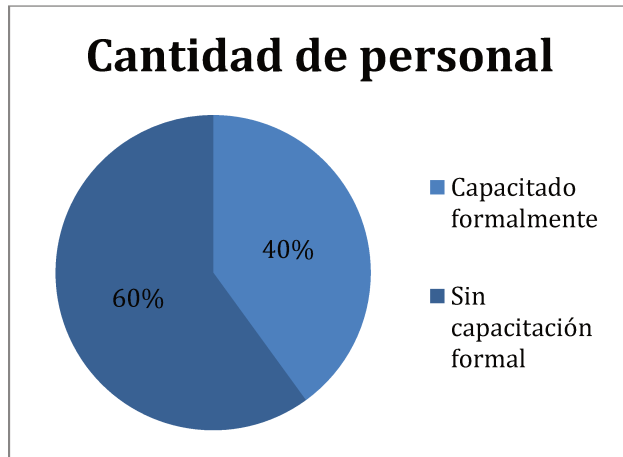
Fuente de elaboración propia

Gráfico 10: Colaboradores con antecedentes de mal agudo de montaña moderado o severo antes de requerir el traslado en ambulancia durante 2021, 2022.



Fuente de elaboración propia

Gráfico 11: Registro de entrenamiento formal del personal de salud que atendió a los colaboradores que requirieron traslado durante 2021, 2022



Fuente de elaboración propia

Entrenamiento: Si el personal de salud que atendió al trabajador estaba formalmente entrenado (con registro de capacitación físico y evaluación) para brindar atención en este tipo de condiciones, lo que podría afectar la calidad de la atención.

Análisis

El 92% de los trabajadores presentaron síntomas respiratorios como disnea y tos, lo que sugiere una prevalencia significativa de compromiso pulmonar como complicación del mal agudo de montaña. Todos los casos fueron diagnosticados con "Edema agudo de pulmón". En la radiografía de tórax del 92% de los trabajadores, se observaron infiltrados bilaterales, una señal típica de extravasación de líquido pulmonar. Uno de los trabajadores no presentó alteraciones radiológicas, a pesar de presentar alteraciones en el examen físico respiratorio (crepitantes en campo pulmonar derecho), lo que sustenta la importancia de realizar un detallado examen físico dirigido y que abarque la totalidad de los campos pulmonares.

Además, en el examen físico el 100% evidenció crepitantes pulmonares, lo que se correlaciona directamente con los hallazgos radiológicos. Aunque todos los casos tuvieron como diagnóstico principal edema agudo de pulmón, el 35% de los trabajadores recibió además un diagnóstico alternativo asociado a infecciones respiratorias. Esto sugiere que, en algunos casos, los síntomas respiratorios pueden haberse confundido con afecciones más comunes, lo que pudo retrasar el diagnóstico adecuado en situaciones donde la altitud o las condiciones de trabajo son factores más determinantes.

El 50% de los trabajadores tuvieron más de un contacto con el Servicio Médico antes de presentar la complicación que motivó el traslado en ambulancia. Esto, subraya la necesidad de un seguimiento continuo y una decisión oportuna de descenso basada en escalas de riesgo en este tipo de ambiente de trabajo.

En ningún caso de los antes mencionados, se dejó registro escrito en la historia clínica de citación a seguimiento médico o control evolutivo. Si bien pudieron ser citados de forma oral y no haber asistido, faltan datos para sustentar esta teoría que además indica falta de protocolización acerca de la vigilancia post-atención.

En términos de capacitación, se observó que los 14 colaboradores recibieron inducción en mal agudo de montaña. Sólo el 42% del personal médico tenía registro formal de entrenamiento en mal agudo de montaña y ninguno de ellos había sido evaluado. Esto destaca la importancia de contar con un personal entrenado y capacitado en la atención en altitud, especialmente en condiciones de trabajo extremas.

Los resultados muestran que los trabajadores en ambientes de minería a gran altitud están expuestos a riesgos elevados de complicaciones del mal agudo de montaña, como el edema agudo de pulmón y que es primordial establecer pautas claras de detección precoz, estratificación, métodos diagnósticos, tratamiento y seguimiento evolutivo.

Traslados en ambulancia por año

Año 2021



Fuente de elaboración propia

Año 2022



Fuente de elaboración propia.

DISCUSIÓN

Todos los pacientes fueron masculinos (100%), con una edad promedio de 32 años. Este hallazgo es consistente con los datos epidemiológicos que sugieren que los hombres jóvenes son predominantemente quienes requieren atención médica crítica en contextos de gran altitud y en actividades laborales de alto riesgo como la minería.

Los signos vitales reflejan un estado comprometido de los pacientes. La saturación de oxígeno promedio fue del 72%, significativamente inferior al valor normal de 95-100% o al valor esperado para la altitud en la que se desarrollaron las actividades, que es alrededor de 85% en los primeros días de trabajo, lo que indica un severo grado de hipoxia en estos pacientes. Esta baja saturación es un hallazgo crítico, ya que la hipoxia es la causa fundamental del mal de altura y puede dar lugar a condiciones más graves como el edema pulmonar y cerebral. La frecuencia cardíaca elevada (113 lpm) y la frecuencia respiratoria (25 rpm) también son indicativos de un esfuerzo compensatorio para mantener la oxigenación, lo que refleja la carga fisiológica que experimentan los trabajadores al estar expuestos a condiciones de alta altitud sin la oportunidad de aclimatarse adecuadamente. La temperatura y la presión arterial se mantienen dentro de rangos normales, lo que podría sugerir que no hubo grandes alteraciones en la regulación térmica o cardiovascular en este grupo de pacientes.

Todos los diagnósticos estuvieron relacionados con edema agudo de pulmón, que es una complicación grave del mal de altura, que se caracteriza por la acumulación de líquido en los pulmones, dificultando la respiración. Este hallazgo es consistente con la teoría que sugiere que la disminución de la presión parcial de oxígeno a gran altitud puede inducir vasoconstricción pulmonar hipóxica, aumentando la presión arterial pulmonar y favoreciendo la acumulación de líquido en los pulmones (Roach et al., 2017). La presencia de pacientes con diagnósticos alternativos relacionados a infecciones respiratorias es también relevante, ya que los efectos residuales o concomitantes de estas enfermedades podrían haber exacerbado la vulnerabilidad de estos trabajadores

a las complicaciones respiratorias a gran altitud, lo que resalta la necesidad de un seguimiento médico más riguroso en estos casos.

La teoría que sustenta estos resultados se refiere a los efectos fisiológicos del mal de altura, relacionados principalmente con la hipoxia, la cual reduce la capacidad de los tejidos para recibir oxígeno. A medida que se asciende a grandes alturas, la presión barométrica disminuye, lo que afecta la presión parcial de oxígeno en los alvéolos y en la sangre, induciendo una serie de cambios fisiológicos, como la hipoxia hipobárica (Roach et al., 2017). El cuerpo intenta adaptarse a la hipoxia mediante mecanismos compensatorios como la ventilación aumentada y la alteración en el flujo sanguíneo, pero en ausencia de aclimatación, como en el caso de los trabajadores de la mina, estos mecanismos pueden ser insuficientes para evitar complicaciones graves como el edema pulmonar o cerebral. Por lo tanto, la hipótesis planteada en este estudio —que la implementación de un protocolo estandarizado de diagnóstico y tratamiento basado en la estratificación del riesgo puede mitigar los daños severos del mal de altura— está respaldada por los hallazgos, que evidencian un alto grado de complicaciones respiratorias graves, como el edema pulmonar agudo. Esto muestra que es crucial tener un protocolo bien establecido para la atención de las enfermedades de altura, basado en una rápida identificación de los síntomas, una intervención temprana, examen físico detallado, estudios complementarios, tratamiento oportuno y seguimiento estricto para prevenir complicaciones fatales.

Una limitación importante de este estudio es que se trata de un análisis retrospectivo, lo que significa que los datos pueden no haber sido recolectados de manera sistemática para la investigación, lo que podría generar sesgos en la interpretación de los resultados. Además, el tamaño de la muestra es pequeño (14 trabajadores), lo que limita la capacidad de generalizar los resultados a otras poblaciones laborales en condiciones similares.

Finalmente, este estudio resalta la necesidad urgente de un protocolo médico estandarizado para el manejo de las complicaciones del mal de altura en trabajadores

mineros que operan a gran altitud. Los hallazgos muestran que las complicaciones como el edema pulmonar son frecuentes y severas, lo que justifica la hipótesis de que un protocolo adecuado puede mejorar la salud de los trabajadores al permitir una rápida identificación y tratamiento de estas afecciones.

CONCLUSIONES

La investigación realizada en la mina de oro a 4200 metros sobre el nivel del mar durante los años 2021-2022 ha permitido identificar varios aspectos críticos en la salud de los trabajadores expuestos a condiciones de gran altitud. La prevalencia de mal agudo de montaña y sus complicaciones, como el edema agudo de pulmón, ha demostrado ser significativa, lo que resalta la necesidad urgente de medidas de prevención y tratamiento adecuados. A través del análisis de los datos recopilados, se observa que los trabajadores jóvenes, mayoritariamente masculinos, son los que enfrentan con mayor frecuencia complicaciones asociadas con la altitud. Las alteraciones en los signos vitales, como la baja saturación de oxígeno y la elevada frecuencia cardiaca, indican una deficiencia en la adaptación a la altitud, lo que podría haber sido mitigado mediante una conducta de salud oportuna y basada en estratificación de riesgos. La implementación de un protocolo de diagnóstico y tratamiento para las enfermedades relacionadas con la altitud es crucial para mitigar los efectos negativos sobre la salud de los trabajadores mineros. Además, es necesario continuar con la investigación y la capacitación en la gestión de riesgos relacionados con la altitud para asegurar que los trabajadores puedan desempeñar sus labores en condiciones más seguras y saludables.

El protocolo diseñado a partir de septiembre del 2022, que propone una estratificación de riesgos basada en la severidad de los síntomas (Escala de Lake Louise), ha demostrado ser un enfoque eficaz para mejorar el diagnóstico y manejo temprano de las enfermedades relacionadas con la altura. La implementación de un sistema continuo de monitoreo y seguimiento es esencial para detectar rápidamente los primeros signos de complicaciones, como el edema cerebral y pulmonar, y evitar consecuencias graves.

BIBLIOGRAFIA:

1. Roach RC, Lawley JS, Hackett PH. Fisiología de las grandes altitudes. En: Wilderness Medicine, 7.^a ed., Auerbach PS (Ed.), Elsevier, Filadelfia 2017. pág. 2.
2. Medicina y fisiología de gran altitud de Ward, Milledge y West, 6.^a ed., Luks A, Ainslie, PN, Lawley JS, Roach RC, Simonson TS (Eds), CRC Press, Boca Raton 2021.
3. Basnyat, B., & Murdoch, D. R. (2003). Mal de altura. *Revista de la Sociedad Española de Oncología*, 361(9373), 1967.

Manejo de las enfermedades relacionadas con la altura

PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS, PROFILÁCTICOS Y TERAPÉUTICOS PARA LAS PATOLOGÍAS AGUDAS RELACIONADAS CON LA ALTURA

A continuación, se establecerán las normas para el diagnóstico, clasificación clínica, evaluación pronóstica y el tratamiento de las patologías agudas relacionadas con la altura.

Dentro del concepto de enfermedades relacionadas con la altura se engloban las siguientes enfermedades:

1) Enfermedad de gran altitud (EGA)

- a) Mal agudo de montaña (MAM).
- b) Edema cerebral de altitud (ECA).
- c) Edema pulmonar de altitud (EPA).

2) Trastornos oculares relacionados con la altitud

- a) Hemorragias retinianas de la altitud (HRA).
- b) Ceguera de las nieves (CDN).

3) Hipotermia y congelamiento.

ENFERMEDAD DE GRAN ALTITUD (EGA)

Es el término colectivo para los síndromes cerebrales y pulmonares únicos que pueden ocurrir después de un ascenso inicial a gran altura (generalmente por encima de 2000 a 2500 msnm) o después de un ascenso adicional mientras ya se encuentra a gran altura.

Los pacientes con posible diagnóstico de enfermedad de gran altitud requieren una evaluación cuidadosa para excluir otros posibles diagnósticos, como deshidratación grave, hiponatremia, neumonía, intoxicación por monóxido de carbono e hipoglucemia.

MAL AGUDO DE MONTAÑA (MAM)

GENERALIDADES

El MAM es la patología aguda que con mayor frecuencia afecta a quienes se exponen a la altura, es raro que se presente por debajo de los 2000 m de altura si no existen enfermedades que predispongan a su padecimiento. Sus síntomas se presentan generalmente luego de 4 a 6 horas de arribar a la altura y la gravedad de los mismos depende de la altura alcanzada (fundamentalmente aquella a la que se duerme) y de la velocidad de ascenso. Habitualmente las formas leves a moderadas presentan un curso benigno y los síntomas suelen disminuir francamente o desaparecer en 48 a 72 horas, siempre y cuando la persona afectada no continúe ganando altura. Las formas graves casi nunca se instalan bruscamente y por lo general son el resultado de la progresión, más o menos paulatina, de los síntomas preexistentes. El estadio evolutivo

más grave del MAM es el edema cerebral de altura, un cuadro potencialmente mortal e invalidante cuya evolución satisfactoria siempre depende del tratamiento precoz y la evacuación urgente a una altura menor a la de su instalación.

El tratamiento más eficaz y seguro para el MAM es el descenso del paciente a una altura menor, siempre y cuando las condiciones orográficas y climáticas a vencer para llevar a cabo el mismo no representen intrínsecamente un riesgo superior al de la enfermedad en sí, en cuyo caso deberán adoptarse las medidas terapéuticas adecuadas para evitar la progresión de los síntomas hasta que las condiciones de traslado mejoren.

La prevalencia del MAM, como es de esperar, se incrementa a medida que la altura aumenta. A alturas entre 2000 y 3000 m, la prevalencia de MAM es cercana al 25%; y supera el 40% por encima de los 3000 m. En la región del Monte Everest, el 50% de las personas que se exponen a alturas superiores a los 4000 m en un lapso no menor a 5 días presentan MAM, y en individuos que se trasladan por vía aérea desde localidades cercanas al nivel del mar a alturas que rondan los 3800 m la prevalencia de mal agudo de montaña se acerca al el 85%.

Los individuos mayores de 50 años parecen ser menos susceptibles que las personas más jóvenes; y ni el sexo, el grado de entrenamiento, la obesidad ni el tabaquismo se presentan como factores que favorezcan la aparición del MAM. Las personas que residen en regiones situadas por encima de los 900 m tienen un riesgo menor de sufrir esta enfermedad en relación con aquellos que provienen del llano.

La mayoría de las manifestaciones clínicas del MAM son de carácter subjetivo, por lo que en muchas ocasiones la intensidad de los mismos puede depender de la personalidad del individuo afectado. Por otra parte, muchos de los síntomas pueden verse habitualmente en personas que han realizado viajes agotadores y arriban a sitios inhóspitos y desconocidos que no se encuentran en la altura. La sensación provocada por la distancia a que se hallan los centros poblados muchas veces influye negativamente sobre la percepción que la persona tiene acerca del nivel de gravedad de los síntomas que sufre. La falta de información hace también que los síntomas

tomen al paciente por sorpresa y lo amedrenten, de ahí la importancia de transmitir adecuadamente la información correspondiente en un idioma comprensible.

DEFINICIÓN Y CRITERIOS DIAGNÓSTICOS

En el año 1991 un grupo de expertos reunidos en la localidad canadiense de Chateaux Lake Louise estableció los criterios diagnósticos y un score de evaluación sintomática para el mal agudo de montaña; dicho Score recibió el nombre del lugar de realización del consenso y se lo conoce internacionalmente con Score de Lake Louise.

De acuerdo con la revisión del consenso llevada a cabo en 1993 se considera que un individuo padece mal agudo de montaña cuando luego de arribar a una altura superior a los 2500 msnm existe la presencia de cefalea más al menos uno de los síntomas que se describen a continuación: trastornos digestivos (anorexia, náuseas o vómitos), mareos, debilidad o fatiga (Ver Cuadro N°1).

<u>Cuadro N°1:</u> CD-SMBV: Criterios Diagnósticos para MAM
Para cumplir con la definición debe incluir cefalea más al menos un síntoma de los enumerados a continuación: anorexia, náuseas, vómitos, mareos, debilidad o fatiga y estar en el contexto de un ascenso reciente o aumento de altitud a una altura ≥ 2500 m.

CUADRO CLÍNICO

Como se mencionó al principio, en el Consenso de Lake Louise se diseñó un Score diagnóstico para el MAM, su simplicidad hace que el paciente lo complete (score auto referencial) y permite establecer el diagnóstico sino clasificar el grado de gravedad y el comportamiento evolutivo. Su uso se ha vuelto prácticamente universal y facilita la unificación de criterios. Además del auto referencial, posee un score clínico funcional, que permite a un tercero evaluar fácilmente los signos de MAM y el grado de compromiso e invalidez del individuo afectado.

Score de Lake Louise	
Síntoma	Puntaje
Dolor de cabeza	
Sin dolor de cabeza	0
Leve	1
Moderado	2
Intenso, incapacitante.	3
Síntomas gastrointestinales	
Buen apetito	0
Falta de apetito o náuseas	1
Náuseas o vómitos moderados	2

Vómitos severos o incapacitantes	3
Fatiga y/o debilidad	
No cansado ni débil	0
Fatiga/debilidad leve	1
Fatiga/debilidad moderada	2
Fatiga severa/debilidad, incapacitante	3
Mareos/Aturdimiento	
Sin mareos/aturdimiento	0
Mareos leves/aturdimiento leve	1
Mareos moderados/aturdimiento moderado	2
Mareos intensos/aturdimiento intenso, incapacitante	3
Puntuación clínica funcional de MAM	
En general, si tuvo síntomas de MAM, ¿cómo afectaron sus actividades?	
En nada.	0
Síntomas presentes, pero no forzaron ningún cambio en la actividad o itinerario.	1
Mis síntomas me obligaron a detener el ascenso o a bajar por mis propios medios.	2
Tuve que ser evacuado a una altitud más baja.	3

3 a 5 puntos	MAM leve
6 a 9 puntos	MAM moderado
10 a 12 puntos	MAM severo

Los síntomas y signos del MAM suelen presentarse entre las 6 y las 48 horas siguientes al arribo a la altura. El síntoma más frecuente es la cefalea, que por lo general es frontal y pulsátil, se exacerba con los movimientos o con las maniobras de Valsalva, puede tener también características poco específicas y distribución difusa. El paciente suele mostrarse retraído y con pocos deseos de contactarse con el resto de las personas que lo rodean, puede tornarse irritable y poco sociable. Presenta anorexia y en las formas más graves náuseas y vómitos. Puede haber mareos o una sensación inespecífica que muchos definen como de cabeza vacía; hay cansancio y fatiga a esfuerzos leves. El cuadro clínico suele semejarse bastante a los síntomas que se presentan por la mañana al levantarse luego de una ingesta desmedida de alcohol (“resaca”).

Los síntomas son más intensos por la mañana al levantarse y suelen disminuir con el pasar de las horas o con los primeros ejercicios matinales.

Los signos más característicos son los edemas periféricos, la ataxia y la alteración de la conciencia. Los edemas periféricos se presentan por lo general en manos, pies y rostro, son más frecuentes en mujeres y no suelen guardar relación con la gravedad del MAM. Pueden verse incluso en ausencia de otros síntomas o signos de MAM, su curso es benigno y su evolución auto limitada. Su fisiopatología no es clara y responden muy bien a la administración de acetazolamida.

Tanto la ataxia como el deterioro del estado de conciencia, y las manifestaciones psiquiátricas (delirio, alucinaciones visuales y auditivas), son característicos de las formas clínicas graves y se asocian casi siempre a la presencia de edema cerebral de altura (ECA).

TRATAMIENTO

El tratamiento del MAM varía de acuerdo con la gravedad del cuadro y la disponibilidad de recursos.

El tratamiento consiste en:

1. Control del origen de los síntomas (hipoxemia).
 2. Tratamiento de los síntomas: (cefalea, vómitos, disnea).
 3. Acelerar aclimatación.
 4. Tratamiento/prevención de patologías asociadas.
-

CONTROL DEL ORIGEN DE LOS SÍNTOMAS (HIPOXEMIA)

Se debe corregir la hipoxemia a todo paciente con MAM independientemente de su gravedad. Las medidas que deben instaurarse de forma inmediato para lograr este objetivo son la administración de oxígeno (2-4 L/min hasta lograr una saturación de al menos 90%), evitar un mayor ascenso, limitar la actividad física y la exposición a temperaturas frías hasta la resolución de la sintomatología.

TRATAMIENTO DE LOS SÍNTOMAS: (CEFALEA, VÓMITOS)

La cefalea en las formas clínicas leves suele responder bien a los antiinflamatorios no esteroideos (ibuprofeno 400 mg o paracetamol 1 g cada 8 hs por vía oral). Para los síntomas digestivos se pueden tratar con metoclopramida 10 mg cada 8 hs, la vía de administración será elegida según la gravedad de la sintomatología. En casos de vómitos importantes se sugiere la administración de metoclopramida por vía parenteral (IV o IM) en dosis de 10 mg cada 8 horas (utilizando la misma vía para la administración del resto de medicamentos indicados con presentación para administración endovenosa). El tratamiento con dexametasona alivia los síntomas del MAM, pero no mejora la aclimatación. Se puede recetar dexametasona 4 mg por vía oral o intramuscular, hasta cada seis horas, durante uno o dos días en combinación con acetazolamida. En las formas moderadas a graves se deberá colocar vía venosa con un plan de hidratación parenteral con solución fisiológica o ringer lactato de 1,5 litros diarios.

ACCELERAR ACLIMATACIÓN

El tratamiento con acetazolamida acelera la aclimatación a la gran altitud y puede utilizarse desde los casos leves de MAM. 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. Las formas moderadas o graves siempre deben recibir acetazolamida.

TRATAMIENTO/PREVENCIÓN DE PATOLOGÍAS ASOCIADAS

Se debe optar por la vía endovenosa para la administración de drogas en el caso de que el MAM se asocie a deshidratación con un plan de hidratación parenteral con

solución fisiológica o ringer lactato de 1,5 litros diarios. Se debe realizar siempre control diurético y de tensión arterial durante la administración.

Se recomienda agregar al tratamiento del ECA o de las formas graves de MAM profilaxis para hemorragia digestiva alta por estrés con omeprazol 20 mg cada 24 hs en bolo por vía endovenosa.

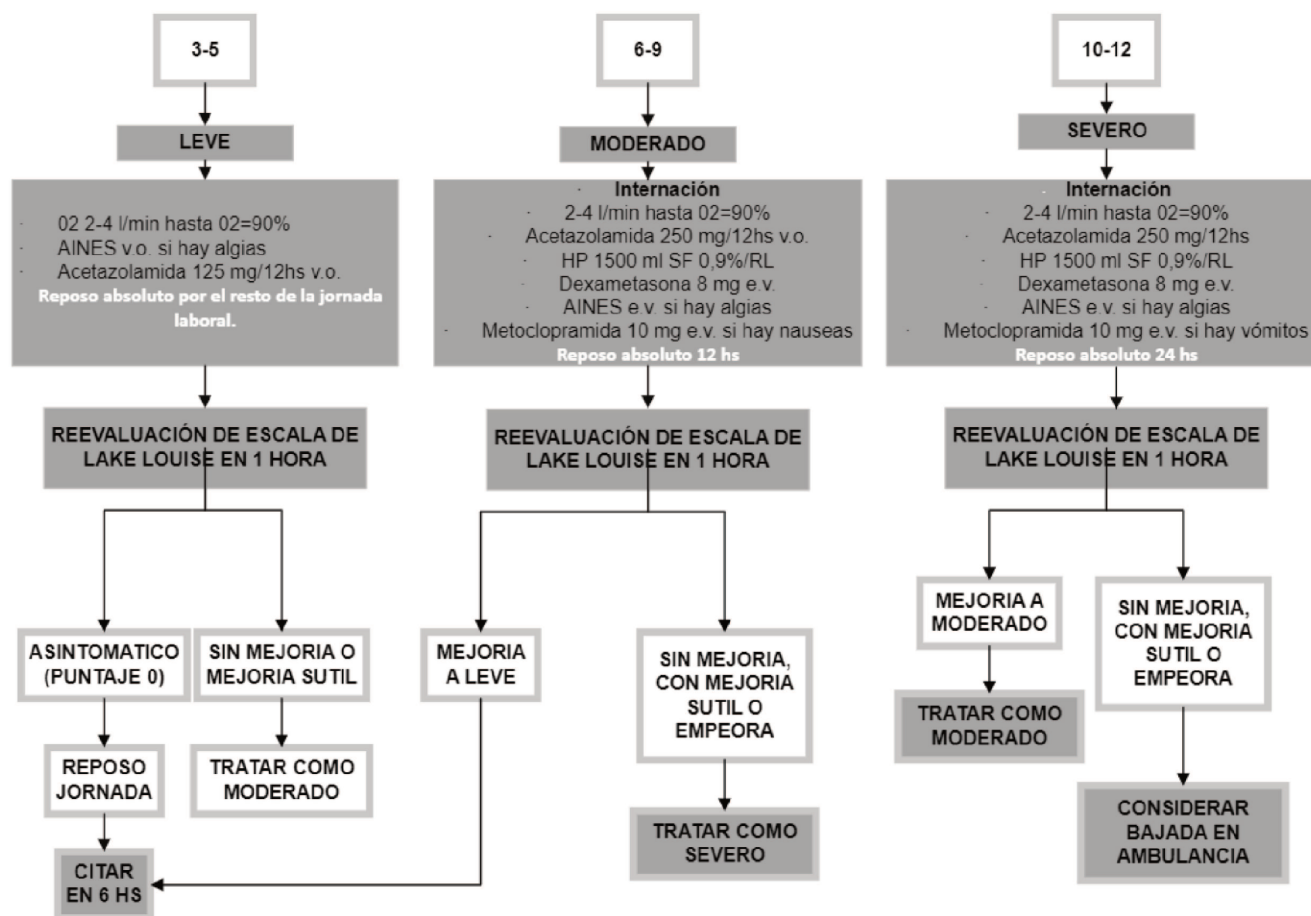
En los casos moderados a graves se podrá complementar el diagnóstico con análisis de laboratorio que incluya hemograma, VSG, PCR, gases arteriales, urea, creatinina y radiografía de tórax según disponibilidad y criterio médico.

Se debe reevaluar el Score de Lake Louise a la hora de instaurado el tratamiento. Ver Cuadro N°2.

1. Los pacientes con MAM leve que se encuentren asintomáticos luego de una hora de instaurado el tratamiento, deberán realizar reposo durante la jornada y reevaluación a las 6 horas para asegurar su adecuada aclimatación.
2. Los pacientes con MAM leve que no presenten mejoría o continúen con igual sintomatología tras una hora de instaurado el tratamiento, deberán abordarse como MAM moderado, incluyendo internación, tratamiento endovenoso, reposo por jornada laboral y, si siguen siendo leves, seguimiento estricto cada 6 horas.
3. Los pacientes con MAM moderado que no presenten mejoría o la misma sea leve luego de una hora de instaurado el tratamiento, deberán ser abordados como MAM severo lo que incluye internación, tratamiento endovenoso, reposo por 24 hs y en caso de que se tornen moderados o leves seguimiento estricto cada 6 horas. Es prioritario realizar evaluaciones del Score de Lake Louise y clínicas cada una hora en búsqueda de ECA y EPA.
4. Los pacientes con MAM grave que no presenten mejoría o la misma sea mínima luego de una hora de instaurado el tratamiento,

deberán ser considerados candidatos al descenso en ambulancia en cuanto las condiciones climáticas lo permitan, manteniendo todas las medidas terapéuticas descriptas durante el traslado.

Cuadro N°2: CD-SMBV: Algoritmo de tratamiento y seguimiento de MAM según gravedad



PROFILAXIS DEL MAM

Dos drogas han demostrado ser herramientas particularmente útiles para la profilaxis del MAM, la acetazolamida y la dexametasona. Se recomienda su indicación en toda persona que no tenga contraindicación para recibir dichas drogas y que requiera exponerse en forma aguda a alturas que superen los 3000 msnm y en todos aquellos individuos que por sus antecedentes hayan demostrado ser susceptibles a sufrir MAM o ECA a pesar de haber tomado los recaudos apropiados para adquirir una buena aclimatación.

La acetazolamida actúa incrementando la eliminación de bicarbonato por orina produciendo acidosis metabólica, por este mecanismo incrementa la ventilación aumentando los niveles de PaO₂ y reduciendo la PaCO₂. La dosis recomendada es de 125 mg (medio comprimido) cada 12 horas, 24 horas antes de la exposición, continuando su administración 48 a 72 horas después de haber arribado a la altura deseada. (Ver Cuadros N° 3 y 4)

La dosis de dexametasona utilizada como profilaxis es de 4 mg cada 12 horas administradas inmediatamente antes de la exposición a la altura, se recomienda suspender el tratamiento 48 horas después de haber arribado a la altura.

Cuadro N°3: NT-SMBV: Profilaxias para MAM
Acetazolamida 125 mg cada 12 horas, desde 24 hs antes de exponerse a la altura continuando con la administración por 48 – 72 hs una vez arribado a la altura.
Alternativa ante contraindicaciones para recibir acetazolamida:
Dexametasona 4 mg cada 12 horas, desde 24 hs antes de exponerse a la altura continuando con la administración por 48 – 72 hs una vez arribado a la altura.

Cuadro N°4: NT-SMBV: Contraindicaciones para la administración de acetazolamida

- Alergia a las sulfamidas.
- Antecedentes de cólico renal.
- Glaucoma de ángulo estrecho.
- Hiponatremia o hipokalemia.
- Insuficiencia suprarrenal.
- Acidosis metabólica.
- Insuficiencia hepática o renal.

EDEMA CEREBRAL DE LA ALTITUD (ECA)

GENERALIDADES

El edema cerebral de la altitud es una entidad clínica poco frecuente, su prevalencia se encuentra entre el 1 y el 2% a alturas cercanas a los 4500 m. La mayoría de los autores consideran al ECA como la forma evolutiva grave del MAM. De no mediar tratamiento específico o descenso evoluciona irremediablemente al coma y a la muerte.

DEFINICIÓN Y CRITERIOS DIAGNÓSTICOS

De acuerdo con el consenso de Lake Louise, se acepta como definición de ECA a la presencia de deterioro del estado de conciencia y/o ataxia en una persona con diagnóstico previo de MAM, o de ataxia y deterioro del estado de conciencia en una persona que previamente no tenía diagnóstico de MAM pero que se haya expuesto recientemente a la altura. (Ver cuadro N°5)

Cuadro N°5: CD-SMBV: Criterios Diagnósticos para ECA
Presencia de alteración de la conciencia y/o ataxia en un paciente con diagnóstico de MAM o alteración de la conciencia y ataxia en un paciente sin diagnóstico de MAM, pero con ascenso ≥ 2000 msnm.

CUADRO CLÍNICO

Se caracteriza básicamente por tres aspectos: la presencia de ataxia y alteraciones severas del equilibrio, deterioro del estado de conciencia (estupor, coma) y manifestaciones psiquiátricas (cambios en el humor, alucinaciones visuales y auditivas). El cuadro clínico se acompaña de signos como edema de papila, respuesta extensora del reflejo plantar, imposibilidad para sentarse (ataxia de tronco) y ocasionalmente déficit motor focal, por compromiso de pares craneales o directamente hemiparesia. La prueba de índice nariz, tan difundida para evaluar la taxia, suele ser normal, aunque exista un compromiso neurológico importante, se prefiere caminar sobre una línea haciendo coincidir taco con punta, en las formas leves suele ser difícil para mantener el equilibrio con tendencia a pisar fuera de la línea, en las formas graves, es imposibilidad para realizar esta maniobra.

Por lo general los pacientes con ECA han presentado síntomas de MAM durante los días previos que no fueron atendidos adecuadamente, ya sea por desconocimiento de quienes evaluaron a la persona afectada o por ocultamiento de los síntomas por parte del paciente. De no tratarse o trasladarse al paciente a una altura menor, las posibilidades de muerte o invalidez son altas.

TRATAMIENTO

El tratamiento inicial del ECA no difiere del de las formas de MAM grave, el paciente debe ser asistido sin dilaciones.

El tratamiento consiste en:

1. Control del origen de los síntomas (hipoxemia).
 2. Tratamiento de los síntomas: (cefalea, vómitos, disnea).
 3. Acelerar aclimatación.
 4. Tratamiento/prevención de patologías asociadas.
-

1. Control del origen de los síntomas (hipoxemia).

Se debe corregir la hipoxemia a todo paciente con ECA. Las medidas que deben instaurarse de forma inmediato para lograr este objetivo son la administración de oxígeno (2-4 L/min hasta lograr una saturación de 90%), evitar un mayor ascenso, limitar la actividad física y la exposición a temperaturas frías hasta poder realizar el descenso.

2. Tratamiento de los síntomas: (cefalea, vómitos)

La cefalea suele responder bien a los antiinflamatorios no esteroides, se prefiere la administración endovenosa (ketorolac 10 mg cada 8 hs por vía intravenosa). Para los vómitos se indica metoclopramida 10 mg cada 8 hs, también por vía intravenosa. El tratamiento con dexametasona consiste en un bolo inicial de 8 mg seguido de 4 mg cada 6 hs de forma intravenosa hasta 24 horas después de que se resuelvan los síntomas o se complete el descenso.

3. Acelerar aclimatación.

Se indica 250 mg por vía oral cada 12 horas como complemento de la dexametasona (no como monoterapia) hasta 24 horas después de que se resuelvan los síntomas o se complete el descenso.

4. Tratamiento/prevención de patologías asociadas.

Se debe optar por la vía endovenosa para la administración de drogas en el caso de ECA asociado o no a deshidratación con un plan de hidratación parenteral con solución fisiológica o ringer lactato de 1,5 litros diarios. No se utilizará la vía oral cuando haya compromiso del sensorio o foco neurológico motor para evitar broncoaspiraciones.

Se debe realizar siempre control diurético y de tensión arterial durante la administración de soluciones endovenosas.

Se recomienda agregar al tratamiento del ECA profilaxis para hemorragia digestiva alta por estrés con omeprazol 20 mg cada 24 hs en bolo por vía endovenosa.

Los pacientes comatosos pueden ser tratados en una cámara hiperbárica portátil, pero con las precauciones adecuadas para proteger las vías respiratorias. La hipotensión sistémica causará isquemia cerebral y debe evitarse. Por lo tanto, puede ser necesaria una hidratación intravenosa juiciosa con cristaloides isotónicos. Si hay recursos disponibles, los pacientes comatosos deben someterse a un sondaje vesical para ayudar a evaluar el estado de los líquidos, además de la atención habitual.

Los pacientes con ECA deberán ser evaluados con Score de Glasgow y de Lake Louise en forma horaria. Deberán ser considerados candidatos al descenso en ambulancia en cuanto las condiciones climáticas lo permitan, manteniendo todas las medidas terapéuticas descriptas durante el traslado. (Ver Cuadro N°6)

Los pacientes con ECA pueden presentar simultáneamente edema pulmonar de la altitud (EPA), la asociación de ambos cuadros no es infrecuente y siempre deberá descartarse la presencia simultánea de estas dos patologías.

Cuadro N°6: NT-SMBV: tratamiento del ECA



PROFILAXIS

Ver profilaxis del MAM.

EDEMA PULMONAR DE LA ALTITUD (EPA)

GENERALIDADES

El edema pulmonar de la altitud es la enfermedad no traumática que más muertes provoca en la montaña.

Es la acumulación anormal de plasma y algunos glóbulos rojos en los alvéolos pulmonares debido a una ruptura en la barrera pulmonar, provocada por la hipoxia hipobárica. Este colapso se desarrolla a partir de una serie de respuestas desadaptativas a la hipoxia que incluyen una respuesta ventilatoria deficiente, aumento del tono simpático, vasoconstricción pulmonar exagerada y desigual (hipertensión pulmonar), producción inadecuada de óxido nítrico endotelial, sobreproducción de endotelina y eliminación inadecuada de líquido alveolar, muchas de las cuales están determinadas genéticamente. El resultado final es una acumulación irregular de líquido extravascular en los espacios alveolares que dan como resultado la falla de la barrera alvéolo-capilar y edema pulmonar parcheado.

Es una enfermedad grave, que evoluciona progresivamente, casi nunca se instala violentamente, y su presencia configura un cuadro de emergencia que debe tratarse a la brevedad, ya que librado al azar su evolución es casi siempre mortal. La mortalidad de las formas graves de EPA llega al 60%.

La prevalencia a alturas cercanas a los 4500 msnm depende de la modalidad de la exposición, si la exposición es aguda la prevalencia llega al 10%, mientras que en exposiciones graduales a la misma altura su presencia se reduce al 1 ó 2%. La exposición rápida es un factor de riesgo para la aparición de EPA, sobre todo si se combina con ejercicios extenuantes y la exposición a ambientes fríos, situaciones que generan mayor vasoconstricción de la artera pulmonar con hipertensión pulmonar.

Se reconocen poblaciones susceptibles, por lo que aquellas personas con antecedentes de haber sufrido EPA tienen un riesgo incrementado de sufrir nuevamente la enfermedad en exposiciones posteriores a la altura.

Las infecciones, fundamentalmente las respiratorias agudas, facilitan la aparición del EPA. Algunos trastornos raros, como la ausencia congénita de una arteria pulmonar, predisponen a la rápida instalación del EPA, aun a alturas intermedias.

En un número elevado de casos (aproximadamente el 50%) se asocia a ECA o alguna forma clínica de MAM.

CUADRO CLÍNICO

El síntoma cardinal del edema pulmonar de la altitud es la tos. Generalmente comienza con una tos sutil e improductiva y dificultad para respirar con el esfuerzo. Dichos síntomas inespecíficos se confunden fácilmente con una infección benigna de las vías respiratorias superiores o se atribuyen a la disnea normal a gran altura o al agotamiento. Los síntomas iniciales suelen aparecer de dos a cuatro días después de llegar a una nueva altitud.

A medida que progresa el EPA, la disnea se vuelve notoria en reposo y severa con cualquier intento de esfuerzo, la tos puede volverse productiva con esputo rosado y espumoso o con sangre franca. La hipoxemia se torna severa y puede causar somnolencia o edema cerebral de gran altitud concomitante.

En el examen físico, son comunes la taquicardia, la taquipnea y la febrícula (hasta 38°C). Los crepitantes inspiratorios pueden ser más prominentes inicialmente en el lóbulo medio derecho, pero se vuelven bilaterales y difusos a medida que progresa el EPA. La auscultación del lóbulo medio derecho se realiza mejor en la pared torácica lateral media. Se observa cianosis en las extremidades y en el rostro. La ortopnea, a diferencia del edema pulmonar cardiogénico, no es un síntoma característico.

Los síntomas suelen agravarse durante la noche y por lo general existen síntomas asociados de MAM o ECA.

La saturación de oxígeno siempre es baja y la radiografía de tórax muestra la presencia de infiltrados algodonosos de distribución irregular característicos de la ocupación del espacio alveolar; a diferencia del edema pulmonar cardiogénico no guarda una distribución basal o hiliofugal, y puede afectar distintos campos pulmonares, tanto apicales como basales sin respetar un patrón específico. La radiografía de tórax suele utilizarse como elemento de confirmación diagnóstica en el EPA. Otro elemento útil en el diagnóstico, pero pocas veces disponible es el eco Doppler cardíaco, que permite la medición indirecta de la presión en la arteria pulmonar (PAP). Se han llegado a detectar valores de PAP tan altos como 144 mmHg en el contexto de EPA.

CRITERIOS DIAGNÓSTICOS

Del diagnóstico temprano del cuadro depende la evolución favorable del mismo. De acuerdo con el consenso de Lake Louise se dice que una persona presenta un EPA cuando a la presencia de al menos dos de los siguientes síntomas: disnea de reposo, tos, debilidad, deterioro de la clase funcional o sensación de opresión torácica o congestión; se suma la presencia de al menos dos de los siguientes signos: rales respiratorios en al menos un campo pulmonar, cianosis, taquicardia o taquipnea. (Ver cuadro N°7).

Cuadro N°7: CD-SMBV: Criterios diagnósticos para EPA.

Presencia de al menos 2 de los siguientes síntomas:

- Disnea de reposo
- Tos
- Debilidad
- Deterioro de la clase funcional
- Opresión torácica o congestión

Más al menos 2 de los siguientes signos:

- Rales en al menos un campo pulmonar

- Cianosis
- Taquicardia
- Taquipnea

Existen métodos para determinar susceptibilidad al EPA. A través de la realización de un eco Doppler cardíaco se puede medir la presión de la arteria pulmonar en forma no invasiva, la respuesta arterial pulmonar hipertensiva exagerada a un test de hipoxia (administración de una fracción inspirada de oxígeno de 12,5%) determina la presencia de susceptibilidad para el EPA y puede ser un buen método de detección o confirmación de esta alteración en personas con antecedentes de EPA o con factores de riesgo para su aparición.

TRATAMIENTO

1. Control del origen de los síntomas (hipoxemia).

Los pacientes con EPA deben recibir oxígeno a la brevedad a 2-4 L/min hasta lograr una saturación de 90%. El oxígeno suplementario es la terapia de primera línea para EPA y debe proporcionarse en todos los entornos de tratamiento cuando esté disponible. Aliviar la hipoxemia es el método más efectivo para reducir la presión de la arteria pulmonar, revertir la fuga capilar y proteger el cerebro y otros órganos.

Otras medidas que deben instaurarse de forma inmediato para lograr este objetivo evitar un mayor ascenso, limitar la actividad física y la exposición a temperaturas frías hasta poder realizar el descenso.

Los pacientes con deterioro grave del estado de conciencia pueden requerir asistencia ventilatoria mecánica tanto invasiva como no invasiva.

La medicación específica y más probada para el tratamiento del EPA es la nifedipina. La nifedipina es un bloqueador inespecífico de los canales de calcio que actúa reduciendo la resistencia vascular pulmonar y la presión de la arteria pulmonar, así como la resistencia sistémica y la presión arterial. También mejora ligeramente la PaO₂.

Las dosis recomendadas varían, pero un régimen común es dar 30 mg de una formulación de liberación lenta cada 12 horas. La nifedipina es bien tolerada por la mayoría de los pacientes y es poco probable que cause una hipotensión significativa en personas previamente sanas. Los médicos deben administrar o estar preparados para administrar líquidos intravenosos isotónicos (p. ej., solución salina normal) a cualquier paciente con EPA gravemente enfermo que pueda tener depleción intravascular y esté recibiendo nifedipina. Varios estudios parecen promisorios respecto la eficacia del sildenafil y el salmeterol en el tratamiento del EPA, pero su uso no está suficientemente aprobado todavía.

2. Tratamiento de los síntomas: (cefalea, vómitos)

Ver tratamiento de los síntomas en MAM.

3. **Acelerar aclimatación**

Ver tratamiento para acelerar la aclimatación en MAM.

4. **Tratamiento/prevencción de patologías asociadas**

Se debe optar por la vía endovenosa para la administración de drogas en el caso de que el EPA se asocie a deshidratación con un plan de hidratación parenteral con solución fisiológica o ringer lactato de 1,5 litros diarios. No se utilizará la vía oral cuando haya compromiso del sensorio o foco neurológico motor para evitar broncoaspiraciones.

Se debe realizar siempre control diurético y de tensión arterial durante la administración de soluciones endovenosas.

Se recomienda agregar al tratamiento del EPA profilaxis para hemorragia digestiva alta por estrés con omeprazol 20 mg cada 24 hs en bolo por vía endovenosa.

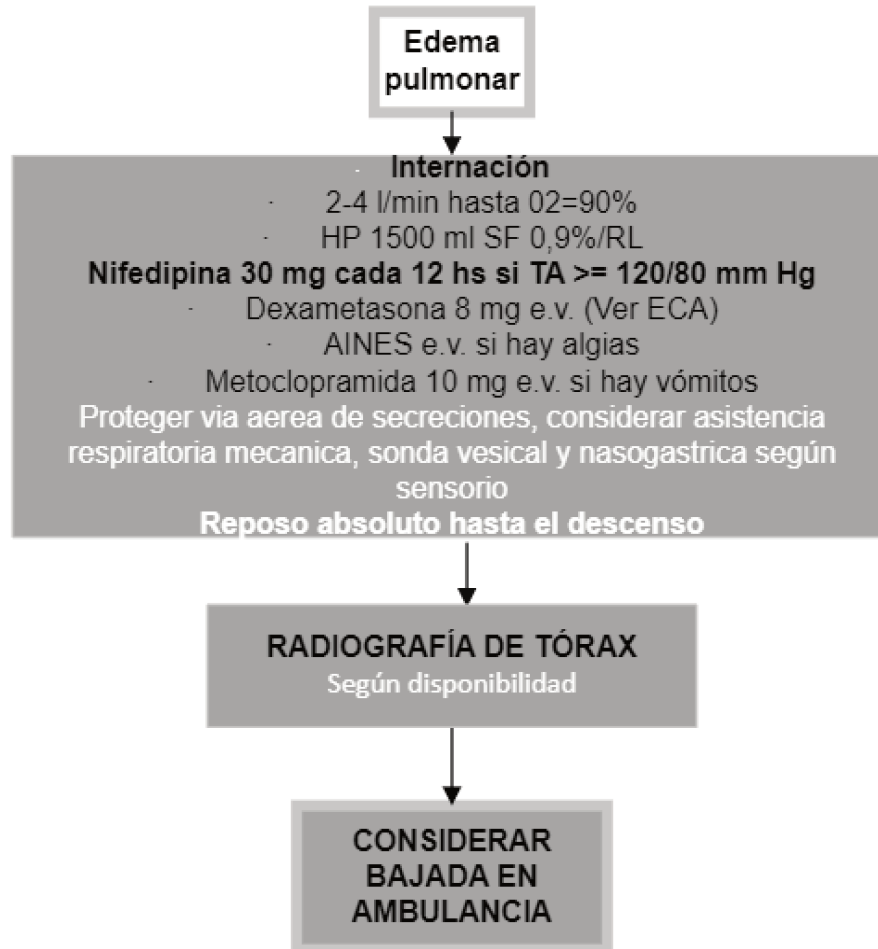
Los pacientes comatosos pueden ser tratados en una cámara hiperbárica portátil, pero con las precauciones adecuadas para proteger las vías respiratorias. La hipotensión sistémica causará isquemia cerebral y debe evitarse. Por lo tanto, puede ser necesaria una hidratación intravenosa juiciosa con cristaloides isotónicos. Si hay recursos disponibles, los pacientes comatosos deben someterse a un sondaje vesical para ayudar a evaluar el estado de los líquidos, además de la atención habitual.

Los pacientes con diagnóstico de EPA, deberán ser considerados candidatos al descenso en ambulancia en cuanto las condiciones climáticas lo permitan, manteniendo todas las medidas terapéuticas descriptas durante el traslado.

La evacuación hacia un centro asistencial ubicado a una altura menor es primordial en el EPA. Las medidas terapéuticas descriptas deberán mantenerse durante el traslado.

Dada la alta prevalencia de asociación de EPA con ECA y MAM grave, se deberá contemplar la posibilidad de realizar tratamiento simultáneo (ver tratamiento de MAM y ECA) cuando se sospeche esta situación. (Ver cuadro N°8).

Cuadro N°8: NT-SMBV: tratamiento del EPA



PROFILAXIS

Existen medidas farmacológicas probadas para la profilaxis del EPA. La droga es la misma que la utilizada para el tratamiento, la nifedipina. Se usa sólo en personas de alto riesgo y sólo cuando la aclimatación no es posible. Idealmente, el tratamiento se inicia 24 horas antes del ascenso y se continúa durante cinco días en la altitud de destino. En escenarios de mayor riesgo, el tratamiento puede continuar hasta siete días en la altitud de destino o hasta el inicio del descenso. Se debe indicar 30 mg de la formulación de liberación prolongada cada 12 horas. (Ver cuadro N°9).

Cuadro N°9: NT-SMBV: Profilaxis para EPA
Nifedipina 30 mg de acción prolongada cada 12 hs, comenzar 24 hs antes del ascenso y continuar durante 5 días en la altitud del destino.

A mi familia, mi mentora y a mi compañero de vida, por su guía y amor incondicional.