

JAL
5



MUTUAL DE SEGURIDAD

D 160

MEDICINA DE ALTURA

Dr. JUAN PABLO ILIC DORLHIAC

UAL
6



MUTUAL DE SEGURIDAD

MEDICINA DE ALTURA

Dr. JUAN PABLO ILIC DORLHIAC

Editado por:
Mutual de Seguridad C. Ch. C.

Inscripción N° 72372

- 1a. Edición:
300 ejemplares, Abril 1989
- 2a. Edición:
200 ejemplares, Agosto 1989
- 3a. Edición:
1.000 ejemplares, Abril 1990

MEDICINA DE ALTURA

Dr. JUAN PABLO ILIC DORLHIAC

AGRADECIMIENTOS

*A Don José Bogioli B., Dr. José A. Riera M.,
Dr. José Castillo F., Dr. Mario Guerrero L. y
Sra. Ursula Figueroa C., quienes participaron
activamente en las diversas etapas de la produc-
ción de este libro.*

MUTUAL DE SEGURIDAD C.CH.C.

DR. JUAN PABLO ILIC

1989

INDICE

Unidad 1	Medio ambiente	7
Unidad 2	Aclimatación	13
Unidad 3	Enfermedad Aguda de Altura	19
Unidad 4	Prevención Enfermedad Aguda de Altura. Pauta de Prevención	35
Unidad 5	Enfermedad Crónica de Altura	51
Unidad 6	Rendimiento Físico e Intelectual	53
Unidad 7	Alimentación e Hidratación	61
Unidad 8	Problemas Oculares	67
Unidad 9	Patologías y Altura	71
Unidad 10	Frío	77
Unidad 11	Ascenso a Altura Extrema	85
Unidad 12	Rescate	91
Unidad 13	Exámenes preocupacionales	99
Unidad 14	Glosario de términos médicos	103
	Abreviaturas	108
Unidad 15	Tablas Bibliografía	109

AGRADECIMIENTOS

*A Don José Bagioli R., Dr. José A. Riera M.,
Dr. Luis Castillo F., Dr. Mario Guerrero L. y
Srta. Ursula Filgueira C., quienes participaron
activamente en las diversas etapas de la produc-
ción de este libro.*

DR. JUAN PABLO ILIC

INDICE

Unidad 1	Medio ambiente.	7
Unidad 2	Aclimatación.	13
Unidad 3	Enfermedad Aguda de Altura.	19
Unidad 4	Prevención Enfermedad Aguda de Altura. Pauta de Prevención.	35
Unidad 5	Enfermedad Crónica de Altura.	51
Unidad 6	Rendimiento Físico e Intelectual.	53
Unidad 7	Alimentación e Hidratación.	61
Unidad 8	Problemas Oculares.	67
Unidad 9	Patologías y Altura.	71
Unidad 10	Frío.	77
Unidad 11	Ascenso a Altura Extrema.	85
Unidad 12	Rescate.	91
Unidad 13	Exámenes preocupacionales.	99
Unidad 14	Glosario de términos médicos.	103
	Abreviaturas	108
Unidad 15	Tablas.	109
	Bibliografía.	

VICTOR MOLIN MARTINEZ
MÉDICO DIRECTOR
HOSPITAL MUTUAL DE SEGURIDAD

INTRODUCCIÓN

En Chile, las faenas de altura datan de antiguo, siendo estas labores inicialmente escasas y difíciles. Con el paso del tiempo, y la evolución de la tecnología, este tipo de actividades se ha ido intensificando, al punto que hoy asistimos en nuestro país a una verdadera explosión en el desarrollo de la minería de altura.

Numerosos médicos nacionales y extranjeros, se han preocupado de los efectos de la altura en el ser humano, publicando múltiples trabajos sobre el tema. En nuestro medio no existía una publicación sobre Medicina de Altura, que revisara y resumiera de manera coherente y práctica los principales aspectos de las dificultades que enfrenta un individuo no aclimatado a la montaña.

El Dr. Juan Pablo Ilić, ha estado interesado en el tema desde 1978, presentando algunos trabajos de investigación clínica y ahora este texto, el cual revisa los aspectos más importantes de la medicina de altura, desarrollados de manera simple e incluso con recomendaciones prácticas, pero sin descuidar el nivel técnico, de manera que el libro podrá ser de utilidad también a los médicos de las empresas que laboran en altura.

La Mutua de Seguridad, teniendo en cuenta la trascendencia de este tema, ha participado de manera destacada en la realización de este texto. No me cabe duda que este es un aporte a la medicina nacional, y servirá a todos los que estén relacionados con las faenas de montaña.

VICTOR MOUAT MARTINEZ
MEDICO DIRECTOR
HOSPITAL MUTUAL DE SEGURIDAD

INTRODUCCION

El ser humano en su gran mayoría vive en alturas cercanas al nivel del mar. Una pequeña parte de la población mundial, cerca de 28 millones de personas (1) actualmente habita a grandes alturas, desarrollando en esos lugares una vida perfectamente adaptada al especial medio ambiente que los rodea.

En el área laboral y en especial en la minería, constantemente están aumentando las faenas a mediana y gran altura, debido a la gran cantidad de minas existentes en nuestra cordillera, que con el progreso de la tecnología han llegado a ser rentables.

Desde los inicios de la minería de altura en Chile, ha existido preocupación por los efectos de ésta en el trabajador, habiéndose intentado diversos sistemas para prevenir o combatir la enfermedad aguda de altura (EAA) e incluso intentar acelerar el proceso de aclimatación.

En la literatura médica nacional y mundial existen numerosas publicaciones que estudian los efectos de la altura en la fisiología animal y humana, pero sin embargo, las publicaciones dedicadas al tema Trabajo y Altura son menos frecuentes.

En este texto, se intenta explicar en forma sencilla el impacto de la altura en la fisiología humana, las consecuencias para el organismo cuando éste no es capaz de aclimatarse, las formas de prevenir los efectos negativos de la altura, el tratamiento de la vida cotidiana, como el dormir, ejercicio físico, alimentación, problemas oculares, etc., todo ello orientado en sus diversos aspectos, fundamentalmente al trabajo.

Además, estos temas se han desarrollado pensando que puedan ser leídos y comprendidos por una amplia gama de lectores, del área médica y no médica, lo cual es difícil, ya que entregar un material demasiado sencillo para ser comprendido por todos, naturalmente, sería de escaso interés para médicos y personal para-médico, los cuales serán en definitiva quienes resolverán los problemas de salud presentados en las faenas de altura.

Pensando en ellos, se ha tratado en detalle temas como, Enfermedad Aguda de Altura entre otros, incluyéndose una extensa y actualizada bibliografía.

Para los lectores no médicos, se ha intentado un lenguaje fácil acompañado de un glosario de términos médicos, un listado con abreviaturas, resúmenes y conclusiones al final de algunas unidades. Además se acompañan tablas y diversas figuras que esperamos ayuden en la comprensión del texto.

MEDIO AMBIENTE EN LA ALTURA

El medio ambiente a nivel del mar cambia según la ubicación geográfica del lugar, pero hay factores como la Presión Barométrica, que se mantienen constantes.

Cuando se asciende, ocurren grandes variaciones en la física del medio ambiente, especialmente en la Presión Barométrica. Estas variaciones son las causantes de los severos trastornos que pueden presentarse en la altura.

Es indispensable para quienes mantienen faenas o trabajan a gran altura, conocer el tipo y cuantía de las principales variaciones inducidas por ella, para intentar prevenir los trastornos que pudieran originarse en los trabajadores no aclimatados que deban desempeñarse en dichas faenas.

DEFINICIONES (1)

Con respecto a Altura, es necesario establecer algunos términos que definan rangos de altura (Tabla 2).

- 1) **Mediana Altura:** Se considera mediana altura, a aquella bajo los 3.000 m. En general el término se refiere a la altura comprendida entre los 1.500 y 3.000 m.
- 2) **Gran Altura:** Se estima gran altura, a aquella entre 3.000 m. y 5.800 m. Se ha denominado gran altura a aquella sobre los 3.000 m, debido a que la mayoría de las personas sienten, incluso en reposo, los efectos de la altura.

- 3) **Extrema altura:** La altura igual o superior a 5.800 m., es considerada extrema altura debido a que el ser humano es incapaz de aclimatarse, no obstante, pueda permanecer por períodos cortos en alturas muy superiores.

PRESION BAROMETRICA (PB)

La Presión Barométrica disminuye con la altura (Tabla 4), constituyendo este hecho el principal obstáculo de la vida y el trabajo en la montaña.

En la atmósfera existen 3 gases principalmente, Nitrógeno (N_2), Oxígeno (O_2), y Anhídrido Carbónico (CO_2), (Tabla 3) en proporciones aproximadamente de 79,8 %, 20,1% y 0,1 % respectivamente, proporciones que se mantienen constantes independientemente de la altura. Cada uno de estos gases genera una presión, llamada **presión parcial**. La suma de estas presiones parciales constituye la Presión Barométrica o Atmosférica.

La presión barométrica a nivel del mar es de 760 mmHg. y a 8.850 m., la cima del Monte Everest, es de 250 mmHg (Tabla 4).

PRESION DE OXIGENO (PO2)

Debido a que los gases atmosféricos mantienen sus proporciones constantes independiente de la altura, ocurre que el oxígeno es el 20 % aprox. a nivel del mar y el 20 % también a 3.000 m.

Por el hecho que las presiones barométricas a nivel del mar y a 3.000 m son distintas, la PO_2 a nivel del mar es de 157 mmHg. pero la PO_2 a 3.000 m. es sólo 104

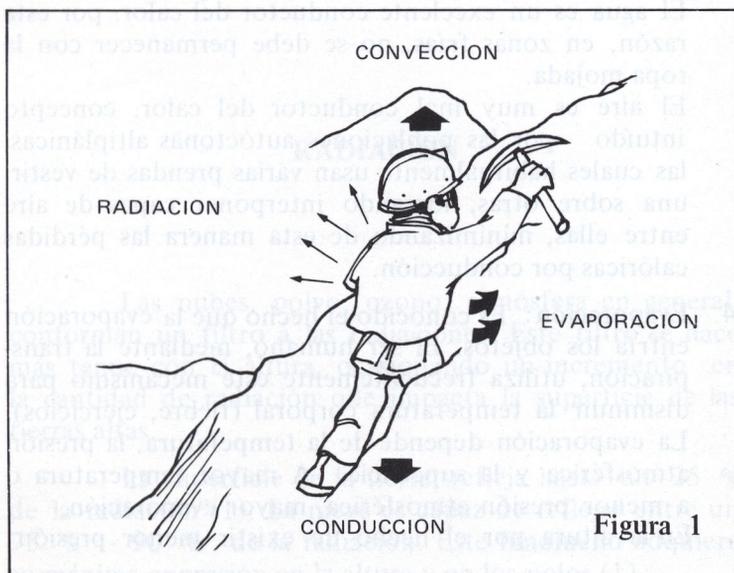
mmHg. La disminución de la PO₂ continúa a medida que se asciende (Tabla 4) con lo cual el oxígeno disponible es progresivamente menor.

La reducción de la PO₂ ocasionada por la altura, es sin lugar a dudas, el cambio ambiental peor tolerado por el ser humano.

FRIO

La temperatura es afectada en gran medida por la altura. Existen mediciones de temperatura que demuestran que ésta desciende 1° C. cada 150 m. de altura (1-22), de esta manera el frío en la montaña constituye junto con la falta de oxígeno, uno de los mayores peligros para la supervivencia.

El calor se puede perder a través de 4 mecanismos (Figura 1).



1. **Radiación:** En esta modalidad el calor se pierde a través de la emisión de rayos electromagnéticos. Este mecanismo es fácilmente entendible si pensamos en el sol; al exponernos a él, sentimos calor y se debe a que recibimos sus radiaciones. Estas radiaciones son capaces de viajar por el espacio aún en el vacío. Así, nosotros irradiamos constantemente nuestro calor, perdiéndolo a través de este mecanismo.
2. **Convección:** Consiste en la pérdida de calor a través del movimiento de aire que rodea al cuerpo. En este mecanismo es de gran importancia el viento, y en la altura es muy frecuente la presencia de vientos, algunos de gran velocidad, lo cual acelera enormemente las pérdidas calóricas. El enfriamiento producido por la velocidad del viento ha sido cuantificado estableciéndose un "Factor de Enfriamiento por Viento" (K)
3. **Conducción:** En este mecanismo, se pierde calor a través del contacto directo de un objeto caliente con otro más frío.
El agua es un excelente conductor del calor, por esta razón, en zonas frías, no se debe permanecer con la ropa mojada.
El aire es muy mal conductor del calor, concepto intuído por las poblaciones autóctonas altiplánicas, las cuales habitualmente usan varias prendas de vestir, una sobre otras, logrando interponer capas de aire entre ellas, minimizando de esta manera las pérdidas calóricas por conducción.
4. **Evaporación:** Es conocido el hecho que la evaporación enfría los objetos. El ser humano, mediante la transpiración, utiliza frecuentemente este mecanismo para disminuir la temperatura corporal (fiebre, ejercicios). La evaporación depende de la temperatura, la presión atmosférica y la superficie. A mayor temperatura o a menor presión atmosférica, mayor evaporación. En la altura por el hecho de existir menor presión

atmosférica la evaporación aumenta, fenómeno que además de enfriar el organismo contribuye de manera importante en la tendencia a la deshidratación que se produce en la cordillera.

HUMEDAD

A medida que se asciende, la humedad del aire disminuye progresivamente llegando prácticamente a cero, alrededor de los 5.500 m., (1). Entre 3.000 y 5.000 m., altura en la cual se ubican un gran número de faenas mineras de montaña, la humedad relativa del aire oscila entre un 0 y 20 o/o (1). Este hecho es importante de considerar, pues forma parte de los factores que en la altura inducen trastornos por desecación (piel seca, labios partidos, deshidratación general).

RADIACION

Las nubes, polvo, ozono, atmósfera en general, conforman un filtro a las radiaciones. Este filtro se hace más tenue con la altura, ocasionando un incremento en la cantidad de radiación que impacta la superficie de las tierras altas.

La superficie de la tierra, refleja hasta un 25 % de la radiación (1). La nieve es capaz de reflejar entre un 75 % - 90 % de la radiación. Este fenómeno adquiere su máxima expresión en la altura y en los polos (1).

RADIACION ULTRAVIOLETA (UV)

La radiación UV forma parte de la radiación solar, por tanto también aumenta con la altura. La tierra, pastos, etc. reflejan el 9 - 17 o/o de los rayos UV (1). La nieve puede reflejar hasta un 90 o/o de la radiación UV.

RADIACIONES IONIZANTES

Con la altura se produce una leve alza de este tipo de radiaciones, pero se cree que este leve aumento no es suficiente para provocar daño al ser humano (2).

ACLIMATACION

La exposición al medio ambiente de la altura, especialmente en relación a las bajas presiones barométricas y las bajas presiones de oxígeno, es un desafío para el ser humano, obligándolo a un proceso de aclimatación si la permanencia es prolongada.

El hombre, en el primer contacto con la altura, desarrolla una respuesta fisiológica inmediata, de emergencia llamada “acomodación”.

Posteriormente sobrevienen cambios fisiológicos más profundos y permanentes, que comprometen todos los sistemas del organismo, los cuales posibilitan una vida normal, proceso llamada “aclimatación”. Los cambios provocados por la aclimatación no son hereditarios (1).

Algunos piensan que los Sherpas, pueblo autóctono de los Himalayas, serían los únicos habitantes del planeta en quienes los cambios fisiológicos provocados por la altura serían hereditarios, designándose a este hecho con el nombre de “adaptación” (1).

El hombre encuentra en las bajas PO_2 , el mayor obstáculo para la vida y el trabajo en la altura y por esta razón los cambios que experimenta su fisiología, en gran parte están orientados a solucionar este problema, pero también debe adaptarse al frío, menor humedad, mayor cantidad de radiaciones, tendencia a la deshidratación, etc.

En este proceso de aclimatación, aparecen una serie de trastornos e incluso enfermedades, los cuales es necesario conocer, para así poder distinguir entre las alteraciones “normales” y la “enfermedad aguda de montaña (EAA)”.

En el proceso de aclimatación distinguimos dos etapas:

1. Acomodación.
2. Aclimatación propiamente tal.

ACOMODACION

El primer contacto con la altura, produce en el organismo, una respuesta fisiológica, la cual tiene por objeto atenuar la falta de oxígeno de la altura. Esta respuesta fisiológica a la falta de oxígeno se traduce en un conjunto de síntomas y signos los cuales se presentan con una intensidad variable, dependiendo de una serie de factores. La sintomatología de la acomodación, puede ser imperceptible, leve o bien incrementarse hasta convertirse en una enfermedad, la enfermedad aguda de altura, la cual puede tener consecuencias extremadamente serias.

Esta primera etapa, la Acomodación, se inicia al momento de llegar a la altura y persiste entre 2 a 5 días, para posteriormente ceder paso a un proceso de largo aliento, la aclimatación.

ACLIMATACION

Con el transcurso del tiempo el organismo logra modificar su funcionamiento, aclimatándose a la falta de oxígeno ambiental. Este cambio en la fisiología incluye todos los sistemas del organismo, y se inicia en el primer contacto con la altura, completándose en 6-8 semanas.

Los cambios más notables se producen en el aparato respiratorio (101) y hematológico, instaurándose una hiperventilación de aproximadamente 40-50 % , mayor que lo habitual, con aumento de la ventilación alveolar alrededor de 25-30 % . La hiperventilación aumenta progresivamente durante la primera semana.

En lo hematológico, la capacidad de transporte de oxígeno aumenta marcadamente debido al aumento en la cantidad de glóbulos rojos circulantes y por ende la cantidad de hemoglobina (bastan 2 horas de exposición a la altura para que se gatille la producción extra de glóbulos rojos).

El nivel de hemoglobina se eleva aproximadamente 1,1 gr/dl por semana, aumentando en total en un 40% en aproximadamente 6 s. de exposición a 4.270 m. Así podemos decir, que a 4.270 m teniendo en cuenta los cambios en el sistema respiratorio y el aumento de hemoglobina, gran parte del efecto de la aclimatación ocurrirá al final de la 1a. semana de exposición y el resto de los cambios en las 6-7 semanas restantes.

No es el objetivo de este texto revisar el detalle de los cambios que ocurren con la aclimatación, pero es importante señalar los sistemas del organismo más afectados y describir someramente las modificaciones ocurridas y sus objetivos.

Los sistemas más afectados por el proceso de aclimatación son, el sistema respiratorio, el sistema cardiovascular, sistema hematológico, el funcionamiento celular y la termoregulación.

A) Sistema Respiratorio.

Las modificaciones más importantes del sistema respiratorio son:

- Hiperventilación en base al aumento del volumen corriente (101), (102), (103).
- Aumento del volumen pulmonar total. (103).
- Hipertensión pulmonar.
- Alcalosis respiratoria compensada (89), (90), (104).

Los cambios en el sistema respiratorio, permiten una más eficiente captación del oxígeno del medio ambiente, ya que se inhala un mayor volumen de aire en cada

inspiración, y dado que el volumen pulmonar total aumenta, esta hiperventilación no significa un mayor trabajo respiratorio, debido a que la distensibilidad pulmonar también aumenta. (101), (102), (103).

B) Sistema Cardiovascular.

En el sistema cardiovascular se produce:

- Hipertrofia ventrículo derecho.
- Disminución leve de la presión arterial.
- Aumento del número de capilares.
- Disminución de la resistencia vascular sistémica.

Las variaciones en el sistema cardiovascular están orientadas por una parte, a vencer una mayor resistencia al flujo de sangre por el pulmón y por otra, a mejorar la distribución sanguínea en los tejidos. Es necesario señalar, que la cantidad de sangre bombeada por el corazón en un minuto (débito), no aumenta en el aclimatado. Por esta razón, los requerimientos de O₂ se satisfacen mediante una mejor distribución y un aumento de la extracción de O₂.

C) Sistema Hematológico.

- Aumento en el número de glóbulos rojos.
- Aumento en la cantidad de hemoglobina.
- Cambio en la curva de disociación de la hemoglobina, tornándose ésta, más afín por el O₂ (desplazamiento a la izquierda).

Las modificaciones hemáticas son de gran importancia y posibilitan un mayor transporte de oxígeno por la sangre, y a la vez, manteniéndose la entrega de oxígeno a los tejidos por la hemoglobina, todo lo cual, unido a los cambios en el sistema cardiovascular y respiratorio permite mantener una adecuada oferta de oxígeno a los tejidos.

D) Nivel Celular.

- Aumento del número de mitocondrias en la célula.
- Mayor cantidad de Mioglobina muscular.

- Cambios enzimáticos.
- Mayor extracción de oxígeno por los tejidos.

Los cambios en el nivel celular, permiten una optimización de la utilización del oxígeno por la célula.

E) Termorregulación.

- Aumento de la tolerancia al frío.
- Menor utilización del calorífico como mecanismo de termogénesis.
- Aumento progresivo del uso de mecanismos hormonales para producir calor.

Es interesante considerar que la aclimatación se lleva a cabo entre 1 y 3 meses y que los cambios fisiológicos derivados de ella son totalmente reversibles al cesar el estímulo que los produjo. Se ha informado que los cambios de la aclimatación se revierten en aproximadamente 15 a 30 días de estadía a nivel del mar (1).

DEFINICION

La EAA consiste en un definido y completo grupo de síntomas que se presentan en los visitantes de las grandes alturas, iniciándose entre las 6 y 26 horas después de alcanzada la altura deseada.

En los casos leves, se caracteriza por vértigo, insomnio y anorexia, pudiendo progresar a náuseas y vómitos, ataxia, oliguria, cambios psicológicos, edema severo.

ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA (EAA)

INTRODUCCION

La EAA o mal agudo de montaña es conocido desde antiguo, apareciendo ya en 1913 la primera publicación comunicando algunas experiencias con esta enfermedad y curiosamente esas experiencias fueron recogidas en los Andes Chilenos (Ravenhil, 1913) (13).

Desde aquella época, se ha efectuado múltiples investigaciones de laboratorio (animales y seres humanos) y de campo, las cuales han permitido una mejor comprensión de esta afección tan poco conocida.

Detrás de toda EAA, existe una trasgresión a las más elementales normas de prevención de la enfermedad y ello está en relación con el desconocimiento que existe tanto en la población general como a nivel médico sobre este tema.

DEFINICION

La EAA consiste en un definido y complejo grupo de síntomas que se presentan en los visitantes de las grandes alturas, iniciándose entre las 6 y 96 horas, después de alcanzada la altura deseada.

En los casos leves, se caracteriza por cefalea, insomnio y anorexia, pudiendo progresar a náuseas y vómitos, ataxia, oliguria, cambios psicológicos, adinamia severa,

disnea severa en reposo para finalmente presentarse edema pulmonar, edema cerebral o ambos, acompañado de compromiso de conciencia progresivo.

CLASIFICACION

Existen en la literatura diversas clasificaciones y términos para referirse a la EAA y sus grados de severidad. Los términos más usados son:

- PUNA (Bolivia)
- SOROCHÉ (Perú)
- MAL AGUDO DE MONTAÑA
- ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA.
- MAL DE ALTURA
- PUNA CARDIACA
- PUNA NERVIOSA
- EDEMA PULMONAR DE ALTURA
- EDEMA CEREBRAL DE ALTURA

En 1982, Dickinson (39), propuso la siguiente clasificación:

- ENFERMEDAD AGUDA BENIGNA DE MONTAÑA .
 - ENFERMEDAD AGUDA MALIGNA DE MONTAÑA .
 - ENFERMEDAD CEREBRAL AGUDA DE MONTAÑA
 - ENFERMEDAD PULMONAR AGUDA DE MONTAÑA -
ÑA .
- FORMAS MIXTAS (CEREBRAL Y PULMONAR)**

El hecho de dividir la enfermedad en benigna y maligna induce a pensar en dos distintas etiologías, fenómeno que no está comprobado, siendo por otra parte frecuente la progresión de la llamada forma benigna a la forma maligna.

Por esta razón en este texto, usaremos la siguiente terminología:

ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA (EAA). Tabla 6

A.- LEVE

B.- SEVERA:

- 1) EDEMA PULMONAR AGUDO DE ALTURA (EPAA).
- 2) EDEMA CEREBRAL AGUDO DE ALTURA (ECAA).
- 3) EDEMA PULMONAR Y CEREBRAL AGUDO DE ALTURA (Forma mixta).

FRECUENCIA

La frecuencia de la EAA varía según la publicación, dependiendo de la metodología usada para diagnosticarla.

Hackett et al (42), reporta un 53% de frecuencia general, encontrando mayor incidencia en los jóvenes y los que llegan a altura por vía aérea. En este trabajo se comunica una frecuencia de 4.3% para los casos severos (EPAA - ECAA), de estos casos 2,5% corresponden a EPAA y 1.8% a ECAA.

Forster (41), comunica una frecuencia de 80% de EAA leve en estudios hechos en el MAUNA KEA (Hawaii).

Hackett (43) en otro estudio, comunica una frecuencia de 43% para EAA leve. Hultgren (42), informa un 6.2% de EPAA en residentes de LA OROYA (3.750 m) con ocasión de reascenso.

Se concluye que la frecuencia de EAA varía de autor a autor, dependiendo de la metodología y otros factores, pero en general se puede decir, que la frecuencia de la EAA leve oscila entre 43% - 80% y que la frecuencia de la EAA severa en su forma pulmonar (EPAA) bordea el 2.5% y en su forma cerebral el 1.5% - 1.8%.

La EA severa eleva su frecuencia al 6.2% en residentes de altura con ocasión de reascensos (Hultgren) (75).

Los susceptibles hacen formas graves (EPAA) con altísima frecuencia, prácticamente cada vez que ascienden.

FACTORES ASOCIADOS A ENF. AGUDA DE ALTURA

La causa de la EAA no está claramente establecida, pero obviamente es de gran importancia la escasez de oxígeno ambiental, consecuencia de la menor Presión Atmosférica.

Existen una serie de factores asociados a la EAA, los cuales enumeraremos (Tabla 10).

- ALTURA ABSOLUTA ALCANZADA.
- VELOCIDAD DE ASCENSO.
- EDAD.
- TIEMPO DE PERMANENCIA EN LA ALTURA.
- SUSCEPTIBILIDAD INDIVIDUAL.
- REASCENSOS EN RESIDENTES DE ALTURA.
- ZONAS DE PUNA.
- EJERCICIO FISICO.
- TABAQUISMO.
- ALCOHOL.
- ENFERMEDADES CARDIACAS Y/O PULMONARES
- AUSENCIA CONGENITA DE UNA ARTERIA PULMONAR.

En la unidad "Prevención de la EAA", se analiza cada uno de estos factores "in extenso", pero es necesario destacar desde ya, que los factores más importantes asociados por la mayoría de los autores a EAA, son la velocidad de ascenso, la altura alcanzada, la susceptibilidad individual, el reascenso de los residentes de altura que descienden al nivel del mar por cortos períodos de tiempo y la edad.

Estos factores asociados a EAA deberán tenerse en cuenta cuando se quiera prevenir la aparición de la EAA.

CUADRO CLINICO

La EAA se inicia entre las 6 - 96 hrs., de permanencia en altura y la evolución que tendrá es difícil de predecir dada la extrema variabilidad de la historia natural (36). En general, el cuadro cede en 2-5 días en las formas leves sólo con reposo, pero en las formas severas puede tener una evolución mortal.

La frecuencia es igual en hombres y mujeres y afecta en mayor proporción a menores de 25 años y a mayores de 45.

La EAA puede presentarse en su forma leve y luego progresar a la forma severa con edema pulmonar (EPAA), cerebral (ECAA) o ambos, o bien debutar como edema pulmonar o cerebral (39).

Aunque se presume que el edema pulmonar y el edema cerebral son la progresión lógica de la forma leve, este hecho no está probado, existiendo la posibilidad que la forma leve tenga un origen distinto del edema pulmonar y/o cerebral (Dickinson) (39).

ETIOLOGIA

La causa de la EAA no está dilucidada, aún cuando es claro que la disminución de la PO₂ ambiental es el factor preponderante y a partir del cual se generan una serie de procesos que determinan la enfermedad.

Desde antiguo se observó que las personas que hacían la enfermedad, orinaban poco, derivándose de este hecho múltiples investigaciones, aceptándose hoy que **“el manejo del agua corporal estaría alterado”** en los que hacen la enfermedad.

Yaegger et al (46) en 1979, demostraron un aumento del volumen de fluidos intratorácicos consistentes con un aumento del volumen sanguíneo intratorácico y un aumento del fluido extravascular, fenómeno que se constata desde el momento mismo de llegar a la altura, vale decir, se acumula agua en el pulmón, incluso en personas asintomáticas.

Hackett et al (47) 1982, demostró ganancia de peso en quienes hacían EAA, a pesar que comían y bebían menos a causa de su anorexia. En este mismo estudio se demostró una menor respuesta ventilatoria a la exposición a la altura demostrada por PCO₂ relativamente más alta en quienes hacían EAA. Hackett concluye que los sujetos que hacen EAA tienen tendencia a ganar peso, hipoventilar y tener menor capacidad vital de lo esperado en controles previos al ascenso.

EDEMA PULMONAR AGUDO DE ALTURA (EPAA)

La causa del EPAA también es desconocida, pero se han podido caracterizar algunos eventos fisiopatológicos. Actualmente sabemos que:

- La función cardíaca es normal.
- Se produce hipertensión pulmonar intensa, reversible con el descenso, al menos en la etapa precoz de la EPAA. Schoene et al 1986 (38), piensa que la hipertensión pulmonar severa es un factor fundamental en la génesis del EPAA. Heath et al 1981 (1) cree por el contrario que la vasoconstricción pulmonar hipóxica

podiera ser beneficiosa para sobrevivir en altura e incluso plantea que esta vasoconstricción pulmonar sería un factor protector que evitaría el desarrollo de edema pulmonar agudo.

- El fluido del edema es de alto contenido protéico, del tipo del edema producido por aumento de permeabilidad pulmonar (38).
- No habría daño estructural en el tejido pulmonar aspecto que lo diferencia del síndrome de dificultad respiratoria del adulto, en el cual el componente inflamatorio es constante e intenso (38).
Esta falta de daño estructural pulmonar se relaciona con la rápida y completa recuperación que ocurre luego del descenso.

CONCLUSION

Los eventos se inician con hipoxia y altas presiones vasculares pulmonares. Es posible que estas altas presiones vasculares pulmonares puedan producir aumento de la permeabilidad del endotelio vascular, lo que conduciría al edema intersticial y alveolar (38).

Por otra parte, existen evidencias de tromboembolismo pulmonar, pero se cree que sería un evento tardío en el EPAA. Este tromboembolismo pulmonar pudiera ser la explicación al hecho que algunos casos de EPAA no mejoran con el descenso e incluso mueran (35-44). Se piensa que en estos casos en que se sospecha tromboembolismo pulmonar estaría indicado el Tratamiento Anticoagulante.

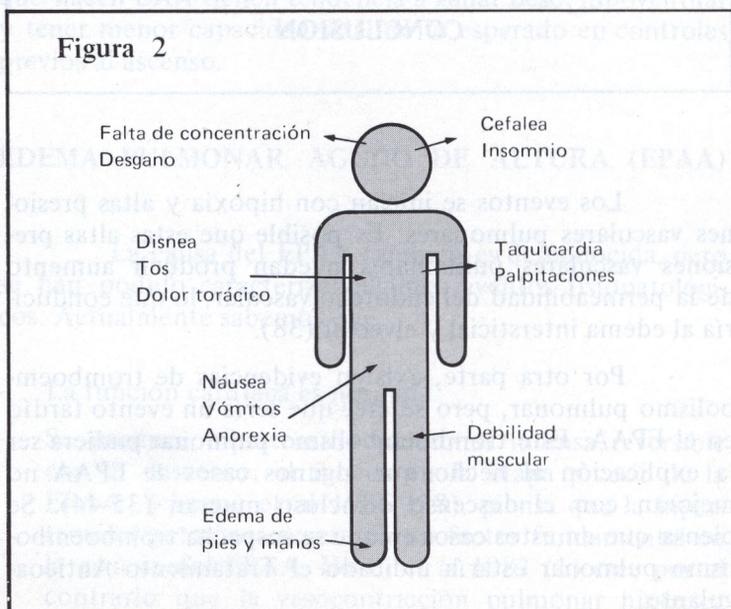
SINTOMATOLOGIA

Los síntomas de la EAA están relacionados con la gravedad del cuadro y con el sistema orgánico más afectado. Existen síntomas leves o inespecíficos y otros específicamente relacionados con algún sistema orgánico especialmente el sistema respiratorio y el sistema nervioso central, los cuales involucran mayor gravedad.

Síntomas Leves o Inespecíficos (Tabla 8 A -- 8 C) (Fig. 2)

- Cefalea discreta, cede con analgésicos corrientes.
- Distensión abdominal leve.
- Anorexia leve.
- Náuseas ocasionales.
- Adinamia.
- Sensación de inestabilidad cardíaca.
- Insomnio leve.
- Somnolencia durante el día.

Figura 2



Síntomas Específicos (Tabla 8 B)

Estos síntomas poseen una clara connotación de gravedad y reflejan mal pronóstico si el paciente no se trata.

a) Derivados del Sistema Nervioso Central.

- Cefaleas no aliviadas por analgésicos corrientes.
- Laxitud progresiva, vómitos frecuentes.
- Inestabilidad, mareos, debilidad.
- Ataxia (descordinación en los movimientos).
- Torpeza mental, insomnio acentuado.
- Cambios psíquicos, sopor.
- Alteraciones visuales.
- Desorientación, alucinaciones.
- Delirio, sopor profundo, estado de coma.

b) Derivados del Sistema Respiratorio

- Disnea en reposo agravada por ejercicio.
- Tos seca, luego tos con secreción espumosa rosada o sanguinolenta.
- Dolor tipo puntada en el pecho.
- Cianosis labios, lengua, extremidades.
- Aumento de la frecuencia respiratoria.

c) Derivados del Sistema Cardiovascular.

- Taquicardia.
- Palpitaciones.
- Crisis hipertensiva en el hipertenso, aunque esté previamente controlado.

d) Derivados del Sistema Digestivo.

- Náuseas intensas.
- Vómitos marcados.
- Anorexia severa.

e) **Derivados del Sistema Renal.**

- Diuresis disminuida.
- Edema periférico, manos, tobillos y facial, mayor frecuencia en mujeres.

f) **Derivados del Sistema Ocular.**

- Hemorragias retinales.
- Edema de papila.

EVOLUCION Y PRONOSTICO

La EAA leve en general cede en 2 a 5 días sólo con reposo, pero la evolución no siempre sigue este curso tan benigno, pudiendo agravarse bruscamente complicándose con edema pulmonar y/o cerebral.

Cuando se pesquisan síntomas específicos (Tabla 8) el curso de la enfermedad es progresivo llevando al paciente a estados de extrema gravedad con gran rapidez. Por esta razón, ante esta sintomatología específica el tratamiento debe ser indicado con rapidez y decisión.

En EPAA cuando el tratamiento es precoz, el pronóstico es excelente e incluso en el estudio de Schoene et al (38) dos de los sujetos que presentaron EPAA volvieron a ascender a los 10 días del episodio sin dificultad.

Existen algunos casos de EAA severa que no mejoran con el descenso, que es la base del tratamiento, haciendo un cuadro refractario que finalmente los lleva a la muerte a pesar de atención especializada. Dickinson, Heath et al (35) pudieron establecer luego de la revisión de 7 fallecimientos por EAA severa (2 EPAA, 2 ECAA y 3 EPAA + ECAA), que 4 de estos pacientes tenían trombosis pulmonar importante (hallazgo de la autopsia). Estos autores plantean la posibilidad que la trombosis pulmonar sea un elemento de importancia en la causa y

curso de la afección aún cuando creen que en general se trataría de un evento de aparición tardía pero que implicaría mayor gravedad.

La mortalidad por EAA descrita en Nepal entre los años 80 a 85 fue de 1 en 30.000 casos.

EXAMEN MEDICO

Antecedentes.

- Susceptibilidad: Averiguar sobre sintomatología parecida a la presente en ascensos anteriores.
- Residente de altura, reascenso?
- Velocidad de ascenso y vía de acceso.
- Enfermedades cardiorespiratorias.
- Uso crónico de medicamentos.
- Uso de medicamentos para dormir, estimulantes (anfetaminas), etc.
- Uso de medicamentos preventivos de EAA (Acetazolamida u otros).
- Otras enfermedades crónicas.

Anamnesis.

La pesquisa de la sintomatología está orientada a:

- Detectar el tiempo de evolución lo cual ayuda a determinar la agresividad del proceso.
- Precisar la gravedad del cuadro a través del tipo de síntoma (Tabla 8 A – 8 B – 8 C).

Examen físico.

El examen físico está dirigido a la búsqueda de signología que permita clasificar al paciente de sano, leve o severo, lo cual implicará una conducta enteramente distinta.

Examen físico general.

- Evaluar hidratación.
- Presencia de edema periférico y/o facial.
- Cianosis central y/o periférica.
- **Tos,desgarro.**
- Temperatura.
- Frecuencia cardíaca, arritmias.
- Alteraciones psicológicas.
- **Diuresis**

Examen físico segmentario.

- Examen Neurológico: La presencia de alteraciones en el examen neurológico o en el fondo de ojo, se consideran signos de gravedad.
- Examen Sistema Respiratorio: La existencia de tos seca o más aún con desgarrro y/o signología húmeda pulmonar como estertores, etc., es un signo de gravedad.

En un estudio (43) el 23% de quienes ascendieron a 4.243 m, presentaron estertores pulmonares. De éstos el 20% no tenía síntomas, otro 20% sólo tuvo cefalea leve como síntoma único, un 40% tenía síntomas de EAA leve y el 20% restante hizo EPAA. Así tenemos, “que el 60% de las personas con estertores” hicieron enfermedad aguda de altura, por tanto, debiera considerarse la presencia de ellos, especialmente en jóvenes, un signo precoz de edema pulmonar. Es necesario recordar que los estertores aparecen cuando el contenido de agua pulmonar está aumentando 6 veces (43).

- Examen Sistema Cardiovascular: Habitualmente se pesquisa taquicardia y ocasionalmente crisis hipertensiva.
- Examen Sistema Renal: Descartar oliguria.

EXAMENES DE LABORATORIO

Existe escasa documentación en cuanto a alteraciones en los exámenes de laboratorio de pacientes que sufren de EAA. El diagnóstico es fundamentalmente clínico ya que entre los exámenes de laboratorio no existe ninguno que sea específico para esta enfermedad.

1. Hemograma:

- Hto. y Hb. normal o bajo debido a atrapamiento de agua, estos valores se encuentran elevados si el cuadro se acompaña de deshidratación.
- Leucocitosis en base a neutrófilos polimorfos.
- VHS discretamente elevado.

2. Electrolitos Plasmáticos:

- Na: Tendencia hiponatremia.
- K : Normal.

3. Líquido Cefalorraquídeo:

- Presión: normal, rara vez aumentada.
- Líquido claro y de composición normal.

4. Gases Arteriales y Equilibrio Acido Base:

- Hipoxemia.
- Hipocarbía.
- Alcalosis respiratoria. La severidad de la EAA es directamente proporcional a la PCO_2 e inversamente proporcional a la PO_2 . Esto ocurre debido a que "quienes hacen las formas más severas de la EAA tienen los niveles más bajos de ventilación alveolar".

5. Radiografía de Tórax:

- Imágenes compatibles con edema intersticial y/o alveolar.
- Imágenes compatibles con bronconeumonía.
- Las imágenes pueden ser bilaterales o unilaterales.

TRATAMIENTO (Tabla 9A – 9B)

La clave del tratamiento está en diagnosticar correctamente y precozmente la severidad del cuadro.

a. Enfermedad aguda de altura leve:

- Reposo estricto, preferible la posición semisentada.
- Régimen de bajo volumen, rico en calorías, liviano.
- Líquidos según tolerancia.
- Oxigenoterapia: En esta etapa en general, no es necesario. Si se administra, proporcionar al 30-50% .
- Medir diuresis.
- Observación estricta de la evolución del cuadro.

b. Enfermedad aguda de altura severa:

1.- Edema Pulmonar:

- Reposo estricto, semisentado.
- Régimen líquido: 1.000 cc/día.
- Oxígeno: 50-100% , en forma constante.
- Dexametazona 8 mg. ev. y luego 4 mg. cada 6 horas ev.
- Furosemina 1/2 a 1 amp. ev.
- **Descender al Paciente:** Este es el acto médico más importante y de mayor valor terapéutico. Una vez diagnosticada una EAA severa, no debe posponerse el descenso del enfermo, **si es de noche no debe esperarse hasta la mañana siguiente**, pues durante la noche, al dormir se tiende a hipoventilar, lo cual agrava el cuadro.

2.- Edema Cerebral: A las indicaciones mencionadas previamente se agregan:

- Manitol 200 cc. ev. pasar en bolo en 15'.
- Si no se dispone de Manitol, Laxur 1 amp. ev.
- Mantener cabeza en posición no rotada, más alta que el resto del cuerpo.

RECUERDE

- Si hay dudas para catalogar la severidad del cuadro, proceda como si fuera grave y descíndalo con urgencia.
- Es útil mantener contacto radial, ojalá con un médico y seguir sus indicaciones cuidadosamente.

La prevención de la EAA, ha sido una preocupación constante en el ser humano, habiéndose intentado diversos sistemas para lograr tal propósito. En el altiplano chileno, los Aymaras, beben infusiones de una yerba autóctona, la Chachacomu, que prevendrá la puna.

La literatura internacional recomienda una serie de medidas a seguir en relación a velocidad de ascenso, rondas, actividad física, etc., con las cuales se evitará o al menos se atenuarán los síntomas de la EAA.

Las Olimpiadas de México en 1968 (2.400 m), indujeron a una gran cantidad de países a desarrollar programas de investigación en medicina de altura, y desde luego en cuanto a prevención de esta enfermedad.

Posteriormente han surgido numerosas publicaciones en relación a la EAA, su prevención y tratamiento, que aportan nuevos elementos en la comprensión del problema, permitiendo un enfoque más objetivo.

"El mal manejo del agua corporal", hecho central en el desarrollo de la EAA ha inducido a algunos investigadores a trabajar con drogas exfoliatoras de agua, de las cuales, las de mayor éxito son Acetazolamida y Espiroinfactona.

PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA (EAA)

La prevención de la EAA, ha sido una preocupación constante en el ser humano, habiéndose intentado diversos sistemas para lograr tal propósito. En el altiplano chileno, los Aimaraes, beben infusiones de una yerba autóctona, la Chachacoma, que prevendría la puna.

La literatura internacional recomienda una serie de medidas a seguir en relación a velocidad de ascenso, comidas, actividad física, etc., con las cuales se evitaría o al menos se atenuarían los síntomas de la EAA.

Las Olimpiadas de México en 1968 (2.400 m), indujeron a una gran cantidad de países a desarrollar programas de investigación en medicina de altura y desde luego en cuanto a prevención de esta enfermedad.

Posteriormente han surgido numerosas publicaciones en relación a la EAA, su prevención y tratamiento, que aportan nuevos elementos en la comprensión del problema, permitiendo un enfoque más objetivo.

“El mal manejo del agua corporal”, hecho central en el desarrollo de la EAA ha inducido a algunos investigadores a trabajar con drogas expoliadoras de agua, de las cuales, las de mayor éxito son Acetazolamida y Espiro-lactona.

Así, a pesar de que no se tiene una completa comprensión de la EAA y su prevención, en la actualidad existen una serie de evidencias, logradas en forma práctica por un lado y otras a través de estudios científicos, las cuales revisaremos para luego intentar racionalmente diseñar un esquema que permita disminuir la incidencia de molestias producidas por la altura.

FACTORES RELACIONADOS CON LA EAA

(Tabla 10)

1. Nivel de Ascenso.

Es un hecho conocido universalmente que a mayor altura alcanzada mayor incidencia de síntomas, mayor número de personas afectadas y mayor cantidad de complicaciones graves como edema de pulmón y cerebro (1 - 25 - 27 - 30 - 32).

2. Velocidad de Ascenso.

Debido a que la fisiología humana se aclimata lentamente, la velocidad de ascenso se considera un elemento clave en la incidencia y severidad de los síntomas.

Se ha reportado una frecuencia de 43% de EAA entre 200 escaladores que llegaron a 4.243 m en 4-6 días y 60% entre los que ascendieron vía aérea (42). De los miles de montañistas que anualmente ascienden el monte Rainier (4.392 m), sin aclimatación previa, vale decir, ascienden rápidamente, el 50-75% sufre de EAA (Roach, Larson et al, 1983) (76). De estos sujetos que hacen la EAA el 4% evolucionó con complicaciones graves que amenazaron la vida (30).

3. Tiempo de permanencia en la altura.

La permanencia en la altura por períodos de tiempo inferiores a 6 horas, no produce EAA, hecho

Así, a pesar de que no se tiene una completa comprensión de la EAA y su prevención, en la actualidad existen una serie de evidencias, logradas en forma práctica por un lado y otras a través de estudios científicos, las cuales revisaremos para luego intentar racionalmente diseñar un esquema que permita disminuir la incidencia de molestias producidas por la altura.

FACTORES RELACIONADOS CON LA EAA

(Tabla 10)

1. Nivel de Ascenso.

Es un hecho conocido universalmente que a mayor altura alcanzada mayor incidencia de síntomas, mayor número de personas afectadas y mayor cantidad de complicaciones graves como edema de pulmón y cerebro (1 - 25 - 27 - 30 - 32).

2. Velocidad de Ascenso.

Debido a que la fisiología humana se aclimata lentamente, la velocidad de ascenso se considera un elemento clave en la incidencia y severidad de los síntomas.

Se ha reportado una frecuencia de 43% de EAA entre 200 escaladores que llegaron a 4.243 m en 4-6 días y 60% entre los que ascendieron vía aérea (42). De los miles de montañistas que anualmente ascienden el monte Rainier (4.392 m), sin aclimatación previa, vale decir, ascienden rápidamente, el 50-75% sufre de EAA (Roach, Larson et al, 1983) (76). De estos sujetos que hacen la EAA el 4% evolucionó con complicaciones graves que amenazaron la vida (30).

3. Tiempo de permanencia en la altura.

La permanencia en la altura por períodos de tiempo inferiores a 6 horas, no produce EAA, hecho

conprobado en la práctica y corroborado en 1985, en un estudio efectuado en el Mauna Kea (41), donde se comprobó que personas que ascendían a 4.200 m. no sufrían síntomas de EAA si estaban a esa altura menos de 6 horas. En ese estudio los síntomas de EAA se iniciaron a las 6 horas, alcanzando su máxima intensidad a las 24-48 horas.

4. **Susceptibilidad individual.**

Es aceptado mundialmente que existen individuos susceptibles, y se ha demostrado que estos individuos susceptibles, repiten la EAA cada vez que ascienden, con semejante nivel de gravedad y similares niveles de PaO_2 y PCO_2 (Forster, 1984) (41).

5. **Zonas de Puna.**

Es de conocimiento popular que existen zonas de puna, es decir, ciertos lugares en que un mayor número de personas presentan síntomas de EAA. Estos lugares pueden ser comparativamente de baja altura. Es así como a 3.500 m, hay lugares en que la gente se siente más afectada que a 4.000 m.

Esta situación se produciría debido a que en estas zonas de puna existiría una PB menor que la estimada según la tabla y por lo tanto, una menor cantidad de O_2 ambiental que la esperada para esa altura.

6. **Re-Ascenso.**

El hecho de estar aclimatado a la altura, no implica ausencia de peligro de EAA cuando se reasciende. Por el contrario, varios autores (1-10-41) han comprobado en sus estudios, una mayor susceptibilidad a la EAA en quienes viven permanentemente en la altura, descienden a nivel del mar y vuelven a ascender. Estos reascensos frecuentemente provocan molestias menores de EAA pudiendo llegar a convertirse en edema pulmonar agudo de altura (EPAA).

Los autores discrepan acerca del tiempo que se debe permanecer a nivel del mar para que en el reascenso se produzca EAA. Hultgren observó que rara vez se produjo edema pulmonar agudo de altura (EPAA), en individuos aclimatados cuya estadía a nivel del mar hubiera sido menor a 10 días y lo atribuyó al hecho que en ese lapso aún no cesan de actuar algunos mecanismos fisiológicos de aclimatación (41-75). Por otra parte, Scoggin et al (10), en estudio llevado a cabo en Leadville, Colorado (3.100 m), señalan que los episodios de EPAA del reascenso en individuos aclimatados, sucedían luego de visitas a nivel del mar inferiores a 10 días, teniendo su peak entre los 2-7 días de estadía a nivel del mar. 3 casos ocurrieron luego de estar a nivel del mar sólo 1 día.

Al revisar la literatura llama la atención la distinta frecuencia de EAA, pesquisadas en reascensos, siendo muy alta en el estudio Leadville y muy baja en el Hultgren, La experiencia del autor quien vivió entre 2.500 y 3.000 m, durante 7 años (El Salvador, III Región), en un medio en que importantes cantidades de personas, residentes a dicha altura, se movilizaban a nivel del mar por períodos de horas, días y semanas, es que la EAA del reascenso en su forma de edema pulmonar agudo de altura clínico era de bajísima frecuencia, excepto en los susceptibles, como el caso de una niña la cual hacía EPAA en cada ascenso, siendo el cuadro de similar magnitud (Casanova et al). En cambio, si observó con cierta frecuencia él y el grupo médico residente, que el reascenso provocaba molestias menores, como tos seca, cefalea y descompensaciones en el hipertenso controlado que obligaban frecuentemente al paciente a acudir al servicio de urgencia, cuadros catalogados a menudo como infecciones respiratorias de tipo viral (Hospital El Salvador, Codelco-Chile, División Salvador, III Región).

7. Ejercicio físico.

La actividad física consume oxígeno lo que obliga a poner en juego mecanismos para captarlo del medio ambiente. Debido a que a mayor altura el entorno se hace cada vez más deficitario en este gas, obviamente el ejercicio provocará una situación de gran consumo y poco aporte, lo cual, puede iniciar una EAA, aumentar los síntomas o bien conducir a un trastorno grave tipo EPAA o ECAA (1-8).

La importancia del ejercicio físico en la altura en relación a EAA es mencionada en el estudio de Forster, 1985 a 4.200 m (41). donde la incidencia de EPAA fue extraordinariamente baja lo cual se atribuyó a la "actividad sedentaria" de los individuos estudiados entre otros factores.

8. Edad.

La edad es un factor muy importante en el desarrollo de la EAA. El hecho de que los niños, jóvenes y viejos toleran mal la altura y por tanto, tienen mayor incidencia de EAA es aceptado por todos los autores.

Hackett et al, en un estudio en personas no aclimatadas efectuado en Pheriche, Nepal (4.240 m), observó que la mayoría de quienes hicieron la EAA eran jóvenes (43).

Klein (74), trabajando con cámara de descompresión (altura simulada) pudo determinar que el rango de edades que va entre los 18 y 40 años es el que tolera mejor la altura, encontrando la máxima tolerancia entre los 25 y 36 años. Más allá de los 40 años, la tolerancia disminuye lenta y progresivamente.

9. Tabaquismo.

La inhalación del humo del tabaco implica aspiración de monóxido de carbono (CO). El CO es aproximadamente 240 veces más afín por la hemoglobina (Hb) que el oxígeno, debido a lo cual en los fumadores pesados (más de 20 cigarrillos al día), hasta un 8% de la hemoglobina está ocupada por CO (Davis et al, 1979) (12 - 13), y por tanto, no disponible para transporte de oxígeno.

Si se deja de fumar 24-48 hrs. antes del ascenso, el CO unido a la hemoglobina se liberará al exterior permitiendo hasta un 8% más de capacidad transportadora de oxígeno. Esto explica el hecho de que los fumadores sorprendentemente puedan tolerar bien la altura e incluso mejor que los que no fumadores, siempre que dejen de fumar con la debida anticipación y se abstengan de hacerlo durante el ascenso (1).

10. Alcohol.

En Chile, el alcohol es consumido masivamente, llegando a constituir una importante causa de muerte. Es muy habitual que los mineros, grupo de trabajadores que no escapa a esta tendencia nacional, consuman alcohol en la cordillera (frío, "pa' la puna", para el ánimo, etc.). Existe la creencia que en la altura el alcohol hace menos efecto (emborracharía menos), hecho no comprobado científicamente.

Desde hace mucho tiempo, sin embargo, en las primeras expediciones a la altura se observó que el alcohol aumentaba la frecuencia de la EAA y agravaba la sintomatología si se bebía cuando ésta ya estaba presente (Ravenhill, 1913) (16 - 17).

11. Enfermedades Cardíacas y Respiratorias.

Las enfermedades que afectan al sistema cardiovascular y al sistema respiratorio, inducen una menor tolerancia a la altura debido a que las reservas funcionales de ambos sistemas están disminuídas.

DROGAS USADAS EN LA PREVENCION DE LA EAA

Del estudio del Edema Pulmonar Agudo de Altura (EPAA) y del Edema Cerebral Agudo de Altura (ECAA) surgen numerosos trabajos de investigación en el área de la prevención de la EAA, tendientes a demostrar la utilidad de diversas drogas.

Revisaremos someramente dos drogas, ACETAZOLAMIDA (Diamox) y ESPIRONOLACTONA (Aldactona), las cuales han probado ser las de mayor utilidad y menos efectos indeseables.

ACETAZOLAMIDA (Diamox, Lederle)

Características:

- Es una sulfonamida aromática y heterocíclica.
- Es un potente inhibidor de la anhidrasa carbónica.
- Posee una suave acción diurética.
- Acidifica la sangre ya que promueve la excreción renal de bicarbonato (Acidosis metabólica).

Efectos indeseables:

La toxicidad es rara, pero en grandes dosis puede provocar parestesias y somnolencia de carácter benigno, y que ceden con la suspensión de la terapia.

El rash cutáneo es poco frecuente.

En animales se ha comunicado inducción de malformaciones congénitas (Teratogenicidad).

Si se ingiere simultáneamente con fenitoina puede inducir osteomalacia.

Es capaz de alterar la percepción de los sabores, especialmente de la cerveza y las bebidas gaseosas (pésimo sabor) (30).

Aumenta discretamente el volumen de orina, por lo cual no es conveniente ingerirla al acostarse (71).

Sequedad de boca.

Contraindicada en forma absoluta en personas con alergia conocida a las sulfas.

EVIDENCIA EXPERIMENTAL

La utilidad de Acetazolamida en la prevención de EAA fue investigada ya en 1937, por Barron et al y posteriormente numerosos autores fueron detallando sus virtudes y defectos, e incluso comparando su eficacia con otras drogas (21 - 30 - 31 - 32). A la fecha se han acumulado evidencias que demuestran que la Acetazolamida es útil en la prevención de la EAA, aún cuando no la previene en el 100% de los casos y no acelera la aclimatación.

Los efectos más notables son:

1. Disminuye las molestias respiratorias durante la noche, mejorando la calidad del sueño, debido a que reduce la respiración periódica y los episodios de apnea, alteraciones que se presentan con gran frecuencia cuando se duerme en la altura. Estos cambios respiratorios conducen a una mejor oxigenación de la sangre durante el sueño, período en que a menudo el déficit de oxígeno se acentúa (31).
2. Disminuye notablemente la cefalea, incluso la matinal, que suele ser la menos tolerada (32).
3. Reduce la disnea o sensación de falta de aire.
4. Mejora el rendimiento físico y general del individuo, aparentemente a consecuencia de elevar la PO₂ arterial (32).

5. Disminuye la proteinuria (pérdida de proteínas por la orina).
6. Reduce la pérdida de masa muscular (28).
7. Reduce en general toda la sintomatología provocada por la altura.

A pesar de las bondades de esta droga y de su comprobado efecto benéfico en la altura, existen 3 aspectos que no deben olvidarse:

- **No acorta ni reemplaza el período de aclimatación.**
- **No es efectiva en el 100% de los casos**, habiendo ocurrido EAA severa en personas que ingirieron Acetazolamida preascenso (30).
- La falta de molestias menores en la altura, debida a la Acetazolamida, puede impulsar a seguir subiendo y llegar a excesiva altura demasiado rápido con consecuencias funestas.

INDICACIONES (Tabla 11)

Las indicaciones para el uso de Acetazolamida mencionadas por la literatura son escasas, y desde luego no se recomienda el uso generalizado, haciéndose notar el hecho que la velocidad de ascenso es el factor más importante en la prevención de la EAA.

Dickinson 1987 (30), restringe la profilaxis con Acetazolamida a dos situaciones:

- Ascensos de emergencia en misiones de rescate.
- Personas quienes son susceptibles a la altura y han presentado episodios de EAA en ascensos previos efectuados a velocidad razonable.

En el "ámbito del trabajo" surgen otras indicaciones:

- a. Personal que asciende rápidamente a trabajar por períodos de tiempo mayores a 6 horas y menores de 5 días.
- b. Personal que asciende rápidamente a trabajar incluso por períodos de menos de 6 horas a zonas reconocidas de puna.
- c. Personal que asciende rápidamente a trabajar aún por más de 5 días en minas y otras faenas sobre los 4.500 m.

DOSIS Y ESQUEMA DE TRATAMIENTO

Se han usado distintos esquemas y dosis en los múltiples trabajos publicados al respecto. Las dosis oscilan entre 250 mg. y 1 gr. diario iniciándose las terapias desde 48 horas preascenso hasta 5 días postascenso.

También ha sido usada la modalidad de Acetazolamida de liberación prolongada 500 mg/día (J.G. Dickinson) (30), (Jain, et al) (42).

Se recomienda el siguiente esquema y dosis. (Tabla 2).

1. ACETAZOLAMIDA 250 mg. cada 8 o cada 12 horas. Iniciar 24 horas preascenso y continuar por 3-5 días postascenso.
2. ACETAZOLAMIDA 500 mg. diarios (liberación prolongada). Iniciar 24 horas preascenso y continuar por 3-5 días postascenso.

ESPIRONOLACTONA (Aldactona, Searle)

Características:

Es una molécula compleja, con un núcleo esteroide modificado para permitir la absorción intestinal.

Es metabolizada por el hígado casi inmediatamente de ser absorbida a varios metabolitos, el más activo de ellos, Camrenona sódica, posee una vida media de aproximadamente 15 horas, la que se alarga a ± 30 horas en enfermos portadores de insuficiencia hepática.

Mecanismo de acción (71).

Es un inhibidor competitivo de la Aldosterona y por tanto, un expoliador de sodio y agua y retenedor de potasio.

Produce acidosis metabólica suave.

Diurético suave.

Efectos indeseables:

- Pueden producirse náuseas con dosis altas.
- No debe usarse en personas con riesgo de hiperkalemia (insuficiencia renal).
- Uso prolongado puede inducir ginecomastia (desarrollo de la glándula mamaria en varones).
- Debe usarse con precaución en personas con daño hepático.
- Desventajas: Es de mayor costo que la Acetazolamida.

Evidencia experimental:

Existen varios trabajos de investigación en humanos, que prueban la utilidad de Espironolactona en la prevención de la EAA (32 - 78).

Jain et al, 1986 (32) compara Espironolactona, Acetazolamida y Placebo en cuanto a la eficacia en preven-

ción de EAA. Se establece claramente que Espironolactona es útil en este sentido, disminuyendo toda la sintomatología provocada por la altura, y comparada con Placebo es significativamente mejor.

Comparada con Acetazolamida, los autores concluyen que, Espironolactona es levemente superior en reducir todos los síntomas de la EAA, excepto la "cefalea" y la "disnea", síntomas mejor aliviados por Acetazolamida. Las molestias "dificultad para dormir" y "somnolencia durante el día", son notablemente mejor aliviadas por Espironolactona. Ambas drogas producen igual sequedad de la boca y mayor frecuencia urinaria.

Los grupos tratados con Espironolactona y Acetazolamida presentaron mayor PO_2 , pero no hubo cambios significativos en la PCO_2 , en el grupo Placebo se elevó más el pH sanguíneo. El pH más bajo de los grupos con diurético, se traduce en una mejor entrega del oxígeno a los tejidos por parte de la hemoglobina.

La Espironolactona tiene las mismas limitantes que Acetazolamida, en el sentido que no reemplaza ni acorta el período de aclimatación, no es efectiva en el 100% de las personas y la ausencia o atenuación de las molestias, puede inducir a ascensos demasiado rápidos y a demasiada altura.

INDICACIONES (Tabla 11)

Las indicaciones son las mismas que para Acetazolamida.

Dosis (Tabla 12):

25 mg. cada 6 horas.

Iniciar 24 horas antes del ascenso y continuar hasta 3 días postascenso.

Luego de revisar los factores en juego en la EAA y las dos drogas más importantes en la actualidad en la prevención de la EAA, se puede elaborar una pauta de prevención de la EAA.

PAUTA PREVENCIÓN ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA (EAA)

1. Tomar conciencia que la altura es un fuerte desafío a las capacidades de reserva fisiológica del organismo, especialmente sobre los 3.500 m. **UN ASCENSO SOBRE 3.000 M NO PUEDE TOMARSE COMO UN SIMPLE PASEO**, por el contrario, debe organizarse con la debida acuciosidad.
2. Idealmente se debe estar descansando al momento de ascender. Es recomendable dormir bien la noche antes y ojalá no haber bebido grandes cantidades de alcohol.
3. **Comidas:** Es bueno ascender durante la mañana luego de un desayuno liviano. No es recomendable ingerir grandes volúmenes de alimentos, especialmente si el ascenso será rápido.

Lo ideal son comidas livianas, ricas en carbohidratos.

4. **Velocidad de Ascenso:** Este es sin lugar a dudas el elemento clave. Todos los autores concuerdan en que se debe ascender lo más lento posible y si es a más de 4.000 m, debiera pernoctarse una noche a 2.500 m.
5. **Nivel de Ascenso:** Obviamente este es otro punto clave en la EAA. En relación al trabajo, "el nivel de altura de las faenas es inmodificable", por esta razón las personas susceptibles a la altura, afortunadamente pocas, no son recomendables para trabajos sobre 2.000 m.

6. **Ejercicio físico:** Se debe evitar al máximo el ejercicio físico, especialmente sobre 4.000 m, y en las "zonas de puna". En las labores mineras sobre 3.500 - 4.000 m, deberá desarrollarse un programa que incluya un trabajo físico progresivo, en el cual el primer día no contemple actividad física.

Esta sugerencia deberá adaptarse según la zona, altura, tipo de faena, tipo de turno, primer ascenso o reascenso, etc.

7. **Reposo y Sueño:** Del punto anterior se desprende que se debe reposar el mayor tiempo posible, especialmente el primer día de ascenso, recomendación que cobra una máxima importancia si el ascenso es a zonas de puna, sobre 4.000 m, o se ascenderá vía aérea.

Sueño: Es recomendable dormir cuanto se pueda, especialmente el primer día, aunque no es conveniente ingerir somníferos con tal propósito, ya que éstos pueden precipitar o agravar una EAA.

8. **Tabaco:** La suspensión del cigarrillo 48 horas antes del ascenso y hasta 4-5 días después de alcanzada la altura deseada, es altamente recomendable, ya que permitirá sobrellevar mejor las molestias de la altura.
9. **Alcohol:** El alcohol agrava la sintomatología de la EAA. Se deberá evitar el consumo de bebidas alcohólicas durante los primeros 4-5 días.
10. **Régimen Alimenticio:** La alimentación debe ser en base a una dieta rica en hidratos de carbono y completamente libre de productos flatulentos. El volumen de cada comida debe ser pequeño inicialmente e idealmente la comida previa al acostarse debe ser aún de menor volumen, liviana (con poca materia grasa, frituras, no flatulenta, etc.) y obviamente no estar acompañada de alcohol.
11. **Enfermedades Pulmonares, Cardíacas u otras:** Ascender sólo con asesoría médica.

12. Uso de Drogas:

- a) **Somníferos:** El uso de estos medicamentos en la altura es peligroso debido a que puede precipitar o agravar una EAA.
- b) **Psicoestimulantes:** (Anfetaminas, Cocaína, etc.) Su uso es altamente peligroso debido a que inducen una falsa sensación de bienestar físico y psíquico sin estar aclimatado. Se ha comunicado una muerte por EAA, en una persona que intentó contrarrestar los efectos de la altura ingiriendo somníferos por la noche y anfetaminas durante el día (35).

13. **Acetazolamida:** Se recomienda esta droga ya que es de uso corriente en medicina en Chile, es de bajo costo y de fácil manejo. Dosis e indicaciones ver Tabla 11 y 12.

Nota: Se recuerda que las bebidas alcohólicas, especialmente la cerveza y las bebidas gaseosas se sentirán de mal sabor.

Si se decide ingerir Acetazolamida u otro medicamento en prevención de EAA, se sugiere la asesoría de un médico

SINTOMATOLOGÍA

1. Neurológicos:

Cefalea, mareos, parestesias,
Somnolencia, irritabilidad, depresión, desorientación, ataxias, sopor y finalmente coma y muerte.

ENFERMEDAD CRONICA DE ALTURA

(Enfermedad de Monge)

Es una enfermedad rara, poco frecuente, que ocurre en personas previamente bien aclimatadas a la vida en altura (1 - 3 - 4 - 5).

Edad: 20 - 50 años

Sexo: Más frecuente en hombres que en mujeres. No se ha descrito en niños.

Causa: Desconocida. Se produce Hipoventilación que conduce a una elevación desproporcionada del número de glóbulos rojos, teniendo entonces en la cianosis y la somnolencia los síntomas más llamativos.

Los sistemas comprometidos son principalmente respiratorio, cardiovascular, hematológico y neuropsíquico.

SINTOMATOLOGIA

1. Neurosíquicos:

- Cefalea, mareos, parestesias.
- Somnolencia, irritabilidad, depresión, desorientación, alucinaciones, sopor y finalmente, sino se trata, coma y muerte.

2. **Cardiorespiratorios:**

- El signo central de la enfermedad es la CIANOSIS
- Mucosas rojizas oscuras.
- Conjuntivas oculares congestivas.
- **Hipoventilación.**
- Presión arterial normal.

3. **Hematológicos:**

- Producción exagerada de glóbulos rojos.
- Aumento del volumen sanguíneo.
- Epistáxis ocasionales.

Es notable en esta enfermedad la acentuada disminución de la tolerancia al ejercicio físico.

Llama la atención que este cuadro crónico de altura se haya pesquisado en Los Andes americanos, enfermedad que no se ha reportado entre pueblos autóctonos de altura de otras latitudes.

TRATAMIENTO

El único tratamiento efectivo consiste en descender al paciente al nivel del mar, con lo cual la enfermedad cura completamente (1).

Los síntomas vuelven a aparecer si la persona retorna a la altura.

RENDIMIENTO FISICO E INTELECTUAL

La gran mayoría de los trabajadores chilenos viven y trabajan cercano al nivel del mar. Trabajar en altura, implica cumplir con ciertas exigencias de rendimiento laboral, factor que marca una diferencia desde el inicio con la visita a la altura de un turista, quien no tiene responsabilidad de efectuar un determinado trabajo diario.

El rendimiento en la altura está afectado en lo físico e intelectual, y depende directamente, entre otros factores, del nivel de altura de la faena, tiempo de permanencia y grado de aclimatación (ver “Prevención EAA”).

Por otra parte, existen factores no del ámbito físico o intelectual, sino del área psicológica, que también afectan el rendimiento y la eficiencia del trabajador. Los problemas del área psicológica (al contrario de los factores que afectan el rendimiento físico o intelectual, los cuales se superan con el tiempo), pueden agravarse con el transcurso del tiempo, debido a las duras condiciones ambientales, soledad, separación familiar, pérdida de contacto con la ciudad, amigos, etc.

De los trabajos de investigación publicados acerca de este tema, la mayor parte corresponden a rendimiento físico a gran altura (más de 3.000 m), una menor cantidad de ellos, revisan el tema entre 2.000 y 3.000 m y muy pocos, escasísimos, investigan el rendimiento laboral del trabajador en la altura.

RENDIMIENTO FISICO A MEDIANA ALTURA (2.000 – 3.000 m)

El rendimiento físico en la mediana altura está poco estudiado, pero los estudios de Sime, 1974 (91), Pugh, 1967 (92) y Shepard, 1973, aportan bastante información, la cual analizaremos.

Sime et al (91), estudió en Arequipa (2.370 m), a 8 futbolistas amateurs entre 16 y 21 años, con un protocolo que incluía cateterización de corazón derecho y ejercicio moderado y submáximo (300-600 Kg/min/m²), en bicicleta ergométrica. Se hicieron pruebas a nivel del mar y Arequipa (2.370 m), cuatro-seis horas del arribo a la ciudad y en algunas ocasiones, luego de 5 días a esta altura. Los resultados fueron los siguientes:

1. Ventilación y Captación de Oxígeno:

- **Ventilación minuto:** Sin cambio en reposo, pero con ejercicio submáximo, se elevó un 12% comparado con el nivel del mar.
- **Saturación sanguínea de O₂:** En reposo la saturación arterial disminuyó en 4%, con el ejercicio lo hizo en 4 a 7% comparado con el nivel del mar.
- **Captación de Oxígeno:** Disminuyó 10% en reposo y 7% en ejercicio comparado con el nivel del mar.

2. Débito cardíaco y frecuencia cardíaca.

- **Frecuencia cardíaca:** No se modificó en reposo o con ejercicio moderado, pero disminuyó significativamente con ejercicio submáximo, en las pruebas efectuadas recién llegados a la altura (4-6 horas) y en aquellos realizados a los 5 días. Todo comparado con las mismas pruebas a nivel del mar.

Pugh, 1967 (92), tampoco encontró variaciones significativas.

- **Débito cardíaco:** En este trabajo que se comenta, Sime encontró una reducción del índice cardíaco a 2.370 m de 10% en reposo el primer día y al 5º día, 20% en reposo y 15% en ejercicio.

Ya que la frecuencia cardíaca no cambia significativamente a 2.370 m, la explicación más probable para este menor débito, "estaría en un menor volumen de eyección sistólica", el cual puede estar relacionado a un menor retorno venoso por redistribución sanguínea, por menor contractilidad de la fibra miocárdica, o por disminución del consumo de oxígeno.

3. Presión arteria pulmonar (PAP).

La PAP se elevó en 18% en reposo a 2.370 m, y en 30% en ejercicio.

La resistencia pulmonar se elevó en 29% el primer día y en 42% al 5º día a 2.370 m.

Este hecho se explica por el reflejo de vasoconstricción pulmonar hipóxico que ocurre en la altura.

4. Tolerancia al ejercicio.

Los jugadores de fútbol en este estudio (Sime, 1974), quedaron agotados sólo con ejercicios submáximos (600 Kg/min/m²). Esto indica que a "2.370 m el ejercicio submáximo se transformaría en máximo".

Con este estudio y otros, se puede concluir que a mediana altura (2.000 - 3.000 m), "la reducción del Rendimiento Físico es leve" y debida claramente a la reducción en la captación de oxígeno, a la cual se asocia una menor saturación de oxígeno arterial y una reducción en el débito cardíaco, lo que configura una menor oferta de O₂ a los tejidos. Además, no está claramente determinado que papel juega el alza de la presión de arteria pulmonar. La reducción del rendimiento físico a mediana altura es mayor, llegando a un 22% , en pruebas de largo aliento (maratón) (1-79).

El menor rendimiento a mediana altura se supera con la aclimatación.

RENDIMIENTO FISICO A GRAN ALTURA (más de 3.000 m)

Sobre los 3.000 m, especialmente entre 3.500 - 4.500 m, sobre el nivel del mar, cualquier ser humano no autóctono de altura, se da cuenta la dificultad que significa el ejercicio físico, aún más si éste es prolongado en el tiempo. Este efecto sobre el rendimiento físico se hace más notorio en las llamadas "zonas de puna".

A 4.500 m, la aclimatación es lenta y difícil, demostrando Velásquez en 1964 (98), en un estudio realizado en 10 jóvenes que a 4.500 m, éstos evidenciaron una profunda disminución de la capacidad física, siendo capaces a los 30 días de estadía, de rendir solamente el 10% de lo rendido en Lima. A los 12 meses rindieron el 50% de los de Lima. En este estudio, hubo notables diferencias individuales.

Por otra parte, se ha demostrado a su vez, la enorme capacidad de efectuar trabajos a gran altura, por la población autóctona, llegando en un estudio a duplicar la capacidad de trabajo ejecutada por la población no autóctona (80).

A medida que se asciende, la capacidad de trabajo disminuye aún más (ver "Extrema Altura"), dándose el caso de minas en que los únicos trabajadores que las pueden operar, son mineros autóctonos de la región (Aucanquilcha 5.790 m) (Tabla 1).

CONCLUSION

El rendimiento físico es notoriamente afectado

por la altura y en proporción directa a ella.

Bajo 3.000 m, la disminución del rendimiento es leve, pero consistente, superándose con la aclimatación.

Sobre los 3.000 m, especialmente entre los 4.000 y 5.000 m, el rendimiento físico está notablemente disminuido, déficit que se corrige sólo parcialmente con la aclimatación.

RENDIMIENTO INTELECTUAL

Función cerebral.

La función cerebral se deteriora con la altura en proporción directa al nivel alcanzado y la velocidad de ascenso, pudiendo en alturas sobre 5.800 m, presentarse deterioro mental franco e incluso sobrevenir alucinaciones.

Memoria.

La memoria se va alterando conforme según se asciende. Existe consenso que desde 3.660 m, el deterioro de la memoria es claramente perceptible (Mc. Farland, 1972) (99).

Test función mental.

Los test de función mental se alteran aproximadamente desde los 3.300 m, atribuyéndose a la hipoxia ambiental una gran responsabilidad en esta alteración, pero en la etiología de la disfunción cerebral se mencionan también otros factores, como el stress y la motivación.

A 3.300 m, problemas aritméticos simples se hacen más difíciles.

A 4.000 m, la eficiencia psicomotora está afectada en su rapidez y precisión, la cual se recupera gradualmente en aproximadamente 10 meses.

A 4.600 m, la escritura a mano y procesos de pensamiento, llegan a estar afectados. Se sacrifica la velocidad en función de la precisión, vale decir, los procesos mentales se enlentecen, así como el tiempo de reacción también se enlentece.

Los problemas complejos que implican decisiones, se afectan más que la resolución de problemas simples, las cuales también se afectan.

La disciplina se hace más relajada y la ejecución de las órdenes y trabajos, menos eficiente.

A 5.490 m, la hipoxia ejerce un severo efecto sobre la función cerebral. La atención es fluctuante y el bloqueo mental es frecuente. Los cálculos se tornan poco confiables, el juicio poco certero y las respuestas emocionales poco predecibles.

Sobre los 5.800 m, se produce un progresivo deterioro de las funciones mentales que Heath (1) llama "deterioro de alta altura".

TENSION PSIQUICA Y MOTIVACION

El conocimiento de los peligros que entraña la altura, produce en algunas personas un sentimiento de temor que pudiera afectar negativamente su rendimiento intelectual, rendimiento que por otra parte depende en gran medida de la motivación del trabajador. Hay estudios (Cahoon) (100), que demuestran un mejor rendimiento intelectual en aquellas personas altamente motivadas y entrenadas comparadas con aquellos con pobre motivación.

La observación empírica de las personas en la gran altura, sugiere que quienes mantienen su atención en alguna ocupación, aún cuando ésta sea simple, son capaces de mejorar la capacidad mental y atenuar la sintomatología producida por la altura.

ALIMENTACIÓN E HIDRATACIÓN

ALIMENTACIÓN

La altura afecta en diversos grados la función del tubo digestivo pudiendo en algunos casos ocurrir severa intolerancia alimenticia.

En general, prácticamente todas las personas que por primera vez ascienden a la altura, sobre los 2.800 m presentan algún grado de molestia digestiva, síntomas que aumentan de intensidad cuanto mayor es la altura alcanzada.

Las molestias más comunes son:

- Náuseas, vómitos.
- Eructos, Distensión abdominal.
- Anorexia, hipofagia especialmente en los primeros días.
- Poca apetencia por alimentos grasos, mayor inclinación por carbohidratos (Ward, 1975) (93).
- Ocasionalmente dolor abdominal tipo cólico, de cuantía moderada y que cede espontáneamente.
- Pérdida de peso.

Causas

Los trastornos de la función digestiva tienen su origen principal en la hipoxia, la cual determina una menor motilidad del intestino (Vandieri et al) (94), menor capacidad de absorción de nutrientes (Pugh, 1963) (87) y deposiciones con mayor cantidad de grasa que lo normal (Malabsorción).

Los trastornos de la función digestiva, tienen su origen principal en la hipoxia, la cual determina una menor motilidad del intestino (Vandieri et al) (94), menor capacidad de absorción de nutrientes (Pugh, 1962) (87) y deposición con mayor cantidad de grasa que lo normal. (Mala absorción).

Causas:

- Pérdida de peso.
- Ocasionalmente dolor abdominal tipo cólico, de cuantía moderada y que cede espontáneamente.
- Poca apetencia por alimentos grasos, mayor inclinación por carbohidratos (Ward, 1975) (93).
- Anorexia, hipofagia especialmente en los primeros 3 días.
- Estitíquez. Distensión abdominal.
- Náuseas, vómitos.

Las molestias más comunes son:

En general, prácticamente todas las personas que por primera vez ascienden a la altura, sobre los 2.000 m presentan algún grado de molestia digestiva, síntomas que aumentan de intensidad cuanto mayor es la altura alcanzada.

La altura afecta en diversos grados la función del tubo digestivo, pudiendo en algunos casos ocurrir severa intolerancia alimenticia.

ALIMENTACION

ALIMENTACION E HIDRATACION

A su vez, se ha postulado una alteración transitoria en el metabolismo de las proteínas (Klain y Hanon, 1970).

Estos y otros factores, más la falta de apetito que puede ser marcada, especialmente sobre los 3500 - 4000 m, aún más en las personas que hacen la Enfermedad Aguda de Altura, producen hipofagia, vale decir, se come menos, todo lo cual determina "pérdida de peso corporal", fenómeno comprobado por diversos investigadores (42-1-95).

Los trastornos abdominales que se presentan en la altura, constituyen una parte muy importante de la Enfermedad Aguda de Altura, siendo muy intensos en la EAA severa.

Conclusión:

La altura produce trastornos intestinales en forma directamente proporcional a ella.

Los síntomas más frecuentes son anorexia, distensión abdominal e hipofagia.

Se produce pérdida de peso, debido entre otros factores a la falta de ingesta.

Recomendaciones:

La EAA afecta enormemente el sistema digestivo, siendo éste, junto con el sistema respiratorio y cardiovascular, uno de los que más aporta molestias y síntomas. Por esta razón, todas las precauciones que tomemos para prevenir la EAA ayudarán a minimizar las molestias digestivas.

Régimen y dieta:

Lo ideal es ingerir comidas cuyo volumen total sea menor que lo habitual, pudiendo, si fuera necesario aumentar la frecuencia de las comidas.

En cuanto a la dieta, ésta debe ser liviana, descartando los alimentos con excesiva cantidad de materia grasa.

Los primeros días, la alimentación debiera ser preferentemente en base a carbohidratos y descartar aquellos alimentos que sean productores de gases (porotos y similares, repollo, cebolla, coliflores, etc.).

El consumo de líquidos debe ser alto, ojalá entre las comidas, ya que el beber líquidos abundantemente junto con las comidas con gran frecuencia produce distensión abdominal.

HIDRATACION

La regulación del agua en los humanos, es de gran importancia en el funcionamiento general del organismo. Existen una variedad de mecanismos fisiológicos, que directa o indirectamente participan en la regulación del agua corporal y de la interacción adecuada de ellos, resulta un equilibrio entre el agua ingerida y el agua excretada.

La concentración de partículas en el agua, osmolaridad, se mantiene estrictamente y ante pequeños cambios en la osmolaridad del medio interno, de inmediato se ponen en juego mecanismos para revertir esta tendencia de cambio.

En la altura existen factores que inducen deshidratación, destacando entre ellos:

- Baja humedad ambiental con pérdida aumentada de agua por la respiración.
- Baja presión barométrica, lo cual acelera la evaporación.
- Ejercicio físico intenso, especialmente en trabajadores, aumenta aún más las pérdidas por evaporación y respiración.
- Pérdidas renales.

Las pérdidas renales (mayor diuresis) se producen desde el primer día en la altura en aquellas personas que la toleran bien. Este hecho se debe principalmente a:

1. **Disminución de secreción de aldosterona**, lo cual provoca pérdida de Na^+ por la orina, arrastrando agua, y por este motivo aumenta el volumen de orina. Esto produce en el primer día un balance negativo de Na^+ , con tendencia a la hiponatremia leve.
2. **Disminución de secreción de hormona antidiurética (HAD)**, en realidad, las primeras 24 horas, ocurre una modesta alza de HAD (aumenta el nivel plasmático 3 veces) (45). Este modesto aumento de HAD, no es suficiente para disminuir el volumen urinario, debido a que la caída en los niveles de Aldosterona (45) y la diuresis consecuente que se produce por la excreción de Na^+ mantiene un volumen urinario alto. Por tanto, el primer día entre 3.000 y 4.000 m, hay un aumento en el volumen de orina (45).
Desde el 2º día en la altura, caen los niveles de HAD y sobreviene mayor diuresis con reducción del volumen de fluidos extracelulares y leve aumento de la osmolaridad sanguínea.

Se puede decir entonces, que la respuesta asintomática normal a gran altura, es un aumento de la diuresis inicialmente en base a una mayor excreción renal de Na^+ y agua, y posteriormente debido a mayor pérdida de agua libre (45). Esta es la respuesta de las personas que no hacen la EAA (no se apunan).

Por el contrario, se ha demostrado que las personas que hacen la EAA, caen en un estado de anti-diuresis y orinan menos que los sanos y menos que a nivel del mar (26). Este hecho, es aún más notorio en quienes hacen las formas severas de EAA (1).

En alturas extremas se produce una severa alteración en la regulación de la osmolaridad, mecanismo de la sed, y por tanto, regulación del agua.

Blume et al, 1984 (26), demostraron que a 6.400 m, se produce un defecto de la osmorregulación en el cual el aumento de la osmolaridad sanguínea no produce un aumento de HAD y por tanto, se sigue perdiendo agua por la orina. A esta altura el mecanismo de la sed también se altera y ante aumentos de osmolaridad plasmática no se activa el mecanismo de la sed, con lo cual no se reponen adecuadamente las pérdidas de agua (26).

Conclusión:

La respuesta normal a la gran y extrema altura es la deshidratación, con diuresis abundante e inicialmente cierta pérdida de Na^+ y posteriormente por mayores pérdidas de agua libre.

En la extrema altura la alteración es más intensa produciéndose incluso alteraciones en el mecanismo de la sed.

Recomendaciones:

1. A gran altura se debe beber entre 3 - 5 litros de agua al día, dependiendo de la temperatura ambiental y el tipo de trabajo.
2. A extrema altura se debe tener un plan diario de ingesta de líquidos e ingerirlos aún cuando no se tenga sed.
3. No se recomiendan aportes extras de sal. El organismo se encarga de regularlo espontáneamente.
4. Orinar poco en la altura es un signo de mal pronóstico y debe ser comunicado, especialmente si está acompañado de otros síntomas de intolerancia a la altura.

PROBLEMAS OCULARES

El ojo es fuertemente afectado por la altura y al igual que el resto del organismo, a mayor altura sufre mayores trastornos.

Existen varios factores que afectan la función ocular, destacándose entre ellos:

- Sequedad ambiental.
- Mayor radiación ultra violeta.
- Viento.
- Menor presión barométrica.

La combinación de estos factores es extremadamente dañina para el ojo, produciéndose lesiones corneales por sequedad y radiación ultravioleta y además hemorragias retinianas por disminución de presión barométrica.

CONJUNTIVITIS ACTINICA

La lesión corneal por radiación ultravioleta es frecuente en la altura y más aún en presencia de nieve. Si no existe adecuada protección ocular (anteojos oscuros) en presencia de nieve, la lesión corneal ocurrirá en el 100% de los casos.

La lesión por radiación se produce por acumulación de radiación y por esta razón las primeras 4-6 horas de exposición no producen molestias. A partir de 4-6 horas, se inician las molestias con ardor, ojo rojo y dolor ocular, pudiendo llegar a ser tan intensas que obliguen a mantener los ojos cerrados. Se denomina a este estado "ceguera de nieve". Esta patología es completamente reversible.

SEQUEDAD OCULAR

El ambiente cada vez más seco de la altura y el viento, provocan desecación ocular, lo que unido a la escasa secreción lagrimal de algunos individuos, conducirá a una menor humidificación de la superficie ocular.

HEMORRAGIA RETINIANA

La circulación retiniana sufre profundos cambios con la exposición a la hipoxia.

A 1.830 m los vasos retinianos ya están dilatados, y a las 2 horas de permanencia a 5.490 m, sufren la máxima vasodilatación.

Bajo estas condiciones, el flujo sanguíneo retinal esta aumentando en 90%, el tiempo de circulación retinal disminuye y el volumen sanguíneo retinal aumenta. Esta tendencia, aumenta durante los primeros 5 días y luego regresa a niveles iniciales.

Las hemorragias retineanas, se observan sobre los 4.000 m, y la causa exacta no se conoce, pero se cree que está relacionada al aumento de volumen sanguíneo y a la vasodilatación de los vasos retineanos.

Las hemorragias retineanas, pueden estas asociadas a edema de papila, pero no necesariamente constituyen un signo de edema cerebral.

Algunos autores creen que se origina en un aumento repentino de la presión intracraneana, pero no existe consenso en torno a esta hipótesis.

EVOLUCION HEMORRAGIA RETINEANA

La hemorragia retineana se absorbe espontáneamente, sin pérdida de la agudeza visual.

La Acetazolamida no es efectiva en la prevención de estas hemorragias.

El tratamiento de este tipo de hemorragias es descender al sujeto.

Los individuos que han sufrido hemorragias retineanas en el pasado, no deberán ascender más allá de 3.000 m, si quieren evitar recidivas.

PREVENCION DAÑO OCULAR

a) Sequedad.

Aunque la sequedad ocular en la altura no es problema serio, para quienes sufren de falta de lágrimas, es recomendable la aplicación de lágrimas artificiales.

b) Conjuntivitis actínica.

El uso permanente de lentes oscuros, especialmente en tonos café o verde, protegen efectivamente de las radiaciones ultravioletas y su uso es perentorio en presencia de nieve.

Tratamiento Conjuntivitis Actínica.

1. Lente oscuro a permanencia.
2. Colirio vasoconstrictor (Visine - Murine).
3. Sello ocular y pieza oscura, en casos severos.
4. Analgésicos vía oral cada 6-8 hrs., en caso de dolor.
5. Consultar oftalmólogo si en 72 hrs. no se obtiene alivio significativo.

PATOLOGIAS Y ALTURA

Las personas que trabajan en la altura o trabajarán en ellas, pueden presentar una serie de patologías médicas que es necesario analizar. Se revisan las patologías más comunes dividiéndolas por sistemas:

A) PATOLOGIAS CARDIOVASCULARES

1. Angina de Pecho: (Enfermedad coronaria)

- El angor pectoris o dolor al corazón que sobreviene al ejecutar un esfuerzo, se debe en general a una insuficiencia de irrigación por obstrucción en las arterias coronarias, lo que finalmente conduce a una falta de O₂ en el músculo cardíaco.
- En la altura, por haber menor cantidad de O₂ ambiental, los pacientes que sufren de enfermedad coronaria, suelen agravarse, por lo cual no es recomendable que asciendan a gran altura.

2. Infarto cardíaco:

- **Reciente:** (menos de 6 meses) no es recomendable el ascenso a altura.
- **Antiguo:** Mayor de 6 meses)

- Con **molestias residuales**, no exponerse a la altura.
- Si ha curado completamente, vale decir, **no han quedado molestias residuales**, como arritmias o angina, se puede ascender a altura moderada siempre que se tenga presente:

- a) Evitar esfuerzos especialmente los primeros días.
- b) Ascender lentamente y ojalá no a gran altura (bajo 3.000 m.)
- c) Tener a mano vasodilatadores coronarios (Trinitrina, Adalat, etc.)
- d) Suplemento fácil de O₂..
- e) Dormir y reposar cuanto sea necesario.

3. **Presión arterial:**

- La altura bajaría la presión arterial en el hipertenso (Peñaloza, 1971), aunque este efecto no es constante.
- En el normotenso no aclimatado, la presión arterial baja discretamente en la altura (Bulstrode, 1975) (6 - 1 - 9).
- A pesar de estos antecedentes, se recomienda a los hipertensos mantener la terapia antihipertensiva. (En caso de EAA puede producirse descompensación).

4. **Arritmias:**

- La altura no induce arritmias “per se” (1).

Las personas que sufran de arritmias crónicas, especialmente aquellas de origen ventricular derivadas de trastornos isquémicos (angor-infarto) no debieran ascender a altura.

5. **Insuficiencia cardíaca:**

No es recomendable ascenso a altura.

B) PATOLOGIAS RESPIRATORIAS

1. Insuficiencia Respiratoria:

La insuficiencia respiratoria consiste en la incapacidad del organismo para mantener niveles adecuados de oxígeno arterial, generalmente por trastorno primario del pulmón.

Las bajas presiones parciales de O₂ reinantes en la altura agravan la insuficiencia respiratoria, por lo tanto, no es recomendable el ascenso.

2. Asma bronquial:

El clima seco y con menor cantidad de polutantes químicos y alérgenos (pólenes, etc.), favorece a las personas asmáticas siempre que no sean portadores de insuficiencia pulmonar concomitante (Singh, 1977) (1 - 7 - 8).

No se deben abandonar las terapias antiasmáticas; salvo en caso que el especialista lo indique.

Por lo tanto, los asmáticos no tendrían contraindicación para viajar a la altura.

No deben olvidar de llevar su inhalador y otras drogas en uso.

3. Neumotórax:

Cuando se llega por vía aérea a gran altura, el aire intrapulmonar se expande pudiendo provocar rotura pulmonar (poco frecuente). Puede ocurrir en gente sana, pero con mayor frecuencia sucede en enfisematosos y fumadores.

4. Bronquitis crónica:

- No es afectada de manera especial por la altura.
- Si existe algún grado de insuficiencia respiratoria no es conveniente el ascenso.

C) PATOLOGIAS DIGESTIVAS

1.- **Úlcera gastroduodenal:**

- La incidencia de úlcera gastroduodenal en la altura es aproximadamente igual o algo menor que a nivel del mar. (Singh, 1977; Vargas, 1967) (7).
- Acidez gástrica: disminuye al llegar a la altura y permanece baja durante una semana luego retorna a niveles acostumbrados (Singh, 1977) (7).
- Los ulcerosos pueden subir a gran altura sin temor, pero no deben abandonar el tratamiento y el régimen si es que están siguiendo alguno.

2.- **Hemorroides:**

Existiría cierta tendencia a una mayor frecuencia de síntomas hemorroidales en la altura especialmente en las personas que son propensas a esta enfermedad (Rosedale, 1973) (15).

Se recomienda alta ingesta de líquidos, frutas y verduras.

Tratarse precozmente si aparece sintomatología.

3. **Infecciones:**

Las bacterias en general son afectadas por los rayos UV, por tanto, se desarrollan menos en la altura (Keck y Buchmeiser, 1964) (18).

La cantidad de bacterias presentes en el aire disminuye con la altitud, pero aún pueden encontrarse a 12.000 m (Rippel) (19).

La respuesta inmunológica está aumentada en la altura (Chohan et al, 1975) (20).

En general las infecciones bacterianas son menos frecuentes en la altura.

Las infecciones virales (resfríos, gripe, etc.), son igualmente frecuentes que a nivel del mar.

D) PATOLOGIAS ENDOCRINAS

Hipertiroidismo: Los portadores de esta enfermedad no son afectados por la altura. Deben continuar su tratamiento en forma rutinaria (Heath et al, 1981) (1).

Hipotiroidismo: La altura no altera el curso de esta enfermedad. Los pacientes que sufren de hipotiroidismo deben mantener su tratamiento (Heath et al, 1981) (1).

Diabetes mellitus: Los diabéticos pueden ascender a grandes alturas, siempre que mantengan su regimen y tratamientos con drogas. No es recomendable viajes a lugares aislados o sin recursos médicos (Heath et al) (1).

5. Función sexual:

Hombre: La hipoxia crónica tiene profundos efectos en la espermatogénesis (Heath, 1981), afectando la cantidad, motilidad y morfología del espermatozoide. Estos disminuyen notablemente, aparecen formas alteradas y menos móviles (1).

Mujeres: Menarquia más tardía que a nivel del mar. Trastornos menstruales: se presentan con mayor frecuencia, entre los cuales destacan dismenorrea y períodos menstruales irregulares.

Flujo menstrual aumentado.

No se han reportado trastornos de la libido, impotencia o frigidez. Estos trastornos se presentan en la misma frecuencia que a nivel del mar (1).

FRÍO

En la altura, como se ha señalado en los capítulos precedentes, se producen diversos cambios ambientales de los cuales la hipoxia y el frío son los de mayor repercusión en el organismo, pudiendo ambos factores incluso provocar la muerte.

La disminución de la temperatura en la cordillera, es una realidad siempre presente y tiene relación directa con la altura. A mayor altura menor temperatura.

Se ha determinado que cada 150 m de altura, la temperatura desciende 1° C (Tabla 4).

El trabajador de altura, con gran frecuencia debe exponerse al frío, pues ejecuta labores al aire libre, de noche o expuesto al viento, con lo cual, puede perder calor a distintos grados de velocidad, según tiempo de exposición, cantidad de viento, temperatura reinante y tipo de protección usada (ropa).

El frío produce una serie de trastornos que pueden ser graves e incluso mortales. Por esta razón, cualquier planificación de faenas en altura o ascenso deportivo a la cordillera, necesariamente deberá considerar al frío como un formidable y constante adversario, tanto o peor que la falta de oxígeno, y por ende contar con adecuada asesoría tendiente a solucionar este aspecto en lo personal, habitacional, movilización, trabajo, etc.

TERMORREGULACION

Los humanos pertenecen a la categoría de los **Homeotermos**. Es decir, aquellos seres que mantienen una temperatura corporal constante e independiente de la temperatura del medio ambiente.

La temperatura es regulada por mecanismos muy eficientes para producir calor y otros para disipar calor. Estos mecanismos están constantemente en acción, a fin de mantener la temperatura entre 36 y 37° C. aproximadamente. Este fenómeno se conoce como **termorregulación**.

La temperatura corporal, sin embargo, puede alterarse, elevándose por enfermedades o bien disminuyendo en casos de hipotermia accidental y también por enfermedades.

La temperatura no es homogénea a lo largo del cuerpo, distinguiéndose dos zonas relativas, con distintas temperaturas:

- Centro o núcleo.
- Periferia o cubierta.

El centro o núcleo está formado por los órganos internos (corazón, pulmones, vísceras abdominales, cerebro) y la musculatura profunda.

La periferia o cubierta comprende la piel, el tejido subcutáneo y músculos superficiales.

El centro o núcleo posee una temperatura levemente más alta y notablemente constante, en cambio la periferia o cubierta, tiene temperaturas algo menores y más variables.

La periferia o cubierta es el medio a través del cual el organismo pierde o conserva calor. La temperatura en la periferia tiene relación con la temperatura ambiental,

así, si ésta es baja, la temperatura periférica tiende a bajar, especialmente en las zonas más distantes del centro (manos, pies).

CONTROL DE LA TEMPERATURA

El centro termorregulador, ubicado en el cerebro, es el encargado de mantener la temperatura en los rangos normales.

En la altura debido a la disminución de la temperatura ambiental existe la tendencia a perder calor. A los mecanismos de pérdida de calor descritos en la Unidad 1, se agrega el “Factor de enfriamiento por viento” (Wind Chill Factor), mecanismo que acelera las pérdidas calóricas en proporción directa a la velocidad del viento.

El organismo se protege de esta tendencia al enfriamiento mediante el uso de los siguientes mecanismos:

a. Generación de calor (termogénesis)

1. Mecanismos hormonales.
2. Mecanismos musculares.

b. Conservación del calor

1. Vasoconstricción periférica.
2. Adopción de posturas instintivas (posición fetal).

El mecanismo de los calofríos es capaz de aumentar la producción de calor en 3 veces su valor.

En los recién nacidos el mecanismo de producción de calor de tipo hormonal es más importante que los calofríos.

La vasoconstricción periférica evita la exposición de la sangre caliente con extensa superficie fría, llegando en casos de hipotermia extrema a la amputación de la circulación periférica como mecanismo de defensa.

EXPOSICION A FRIO – FISIOLOGIA

Exposición Aguda a Frío.

La primera e inmediata reacción al frío en el hombre, es la reducción del aporte del flujo sanguíneo a la piel, por medio de vasoconstricción, con lo cual se evitan pérdidas calóricas.

Posteriormente, cuando la temperatura de los receptores cutáneos desciende de la zona termoneutral (25-35° C), éstos se estimulan enviando señales al hipotálamo (cerebro), al centro termorregulador. Este, inicia estimulaciones al centro motor produciéndose calofríos, con lo cual se genera calor.

El calofrío es un mecanismo que tiene limitaciones, especialmente en la altura, dado que consume oxígeno, lo cual no es lo óptimo en un ambiente deficitario de este gas y por otra parte la fibra muscular deja de contraerse bajo 35° C. (t° de la fibra), lo que significa que bajo 35° C. este mecanismo no funciona adecuadamente.

El calofrío es característico de la persona no aclimatada al frío, en la cual se presenta precozmente y con gran intensidad.

Exposición crónica a frío - Aclimatación.

La exposición frecuente al frío produce una aclimatación general y otra local.

1. **Aclimatación general:**

Se observa una reducción progresiva del uso del calofrío pero se mantiene la producción del calor, lo que sugiere la puesta en marcha de mecanismos bioquímicos, hormonales, es decir, se genera una vía de producción de calor distinta del calofrío (1) (Davis, 1974) (81).

2. **Aclimatación local:**

La piel expuesta a frío (manos, cara) que inicialmente reduce su circulación, en algunas semanas mejora el flujo sanguíneo, con lo cual, aumenta la temperatura de estas zonas, mejorando el tacto y la habilidad manual, aspecto muy importante en trabajadores que laboran a mano desnuda en la intemperie (Hanna, 1970) (83) (Elsner, 1970) (82).

FRIO Y ALTURA

Los mecanismos de producción de calor (hormonales, calofríos), requieren de oxígeno. La hipoxia de la altura es un factor adicional que se debe tener en cuenta y de hecho existen evidencias que indican que estos mecanismos son menos eficientes en la altura que a nivel del mar (Roberts et al, 1969) (85).

Se sabe que la exposición simultánea a frío e hipoxia permite alcanzar una más rápida elevación del metabolismo basal, lográndose una más veloz aclimatación al frío que cuando se exponen sujetos a hipoxia inicialmente y luego a hipoxia más frío. (Nair et al, 1971a, 1971b) (84).

En la práctica ésto significa que los trabajadores que se expongan a frío y altura simultáneamente, se aclimatarán más rápido al frío que aquellos que sean expuestos al frío en ambientes no hipóxicos.

Frío - Altura - Metabolismo basal

En largas estadias en la altura, así como en los nativos de altura, se produce una elevación de metabolismo basal, lo que significa mayor producción de calor en reposo.

Este fenómeno se acepta como parte de la aclimatación a la altura (Nair et al, 1971) (84) (Picon Reategui, 1961) (86).

Adaptación al frío

Existen grupos humanos que han vivido cientos de años en ambientes fríos. Estos pueblos han desarrollado mecanismos de defensa que son capaces de transmitir a sus hijos. Se han adaptado.

Aparentemente habrían dos tipos de adaptación al frío (96):

1. **Exposición discontinua al frío intenso** (esquimales, caucásicos): Desarrollan un control neurohumoral más relajado. En la exposición aguda mantienen buena circulación periférica y los reflejos locales están atenuados.
2. **Exposición mantenida a frío moderado** (caucásicos, nativos primitivos): Reducen calofríos y termogénesis hormonal en bloque. Tolerarían temperaturas centrales más bajas.

Frío - Aspectos prácticos.

Sentir frío es algo subjetivo dado que como toda sensación está modulada por una variedad de factores, entre los que destacan aspectos biográficos, rasgos de personalidad, experiencias previas, constitución física, estado emocional, etc.

La constitución física tiene relevancia. Las personas con normal cantidad de tejido adiposo, toleran mejor el frío que las delgadas y mejor aún si son pequeños y macizos, debido a una favorable relación volumen-área exposición, sin embargo esto no es válido en los obesos, los

cuales tienen disminuída su capacidad de generar calor.

La aclimatación al frío, se logra en algunas semanas y permite un trabajo más eficiente, aún cuando los trabajadores expuestos a frío, deberán contar con una adecuada ropa de trabajo, ser seleccionados entre aquellos que lo toleran mejor y establecer relevos tan frecuentes como sea necesario, relevos que tendrán duración variable día a día, según temperatura diaria, día y noche, factor de enfriamiento por viento, etc.

ASCENSO A ALTURA EXTREMA

VESTIMENTA

Una excelente manera de conservar calor es utilizar ropa diseñada científicamente en base a los mecanismos de pérdida de calor.

La vestimenta debe considerar:

1. **Protección contra el viento:** La ropa en contacto con el aire, debe ser resistente e impermeable al viento. Deben protegerse manos, cabeza y orejas adecuadamente.
2. **Uso del aire:**
 - **Aire en el interior de la ropa:** El diseño de una prenda individual deberá considerar el mantener aire atrapado en pequeños espacios en su interior (aire muerto).
 - **Aire entre ropa y ropa:** El uso de múltiples prendas de vestir, unas sobre otras, permite mantener capas de aire entre la ropa, lo cual conserva más eficientemente el calor que una prenda gruesa.
3. **Mantener ropa seca:** El agua es un excelente conductor del calor. La ropa mojada por tanto, pierde sus cualidades conservadoras de calor y por esta razón en ambientes fríos, no se debe permanecer con ropa mojada.

4. **Peso de la ropa:** Idealmente la ropa debe ser liviana, suave y flexible, lo que permitirá una mejor movilidad y por tanto un mejor desempeño en el trabajo. El buzo térmico es altamente recomendable en faenas expuestas a frío.

Adaptación al frío

Existen personas que han desarrollado habilidades para adaptarse a ambientes fríos. Estas habilidades se desarrollan a lo largo de la vida y se pueden mejorar mediante el uso de ropa diseñada específicamente para proteger al cuerpo del frío.

La adaptación al frío puede lograrse mediante el uso de ropa adecuada y el desarrollo de hábitos saludables que ayuden a mantener el cuerpo caliente y saludable.

El uso de ropa adecuada es fundamental para proteger al cuerpo del frío. La ropa debe ser liviana, suave y flexible, lo que permitirá una mejor movilidad y por tanto un mejor desempeño en el trabajo. El buzo térmico es altamente recomendable en faenas expuestas a frío.

Exposición al frío puede ser un desafío para algunas personas. Sin embargo, con el uso de ropa adecuada y el desarrollo de hábitos saludables, es posible adaptarse al frío y mantener el cuerpo caliente y saludable.

3. Mantener ropa seca: El agua es un excelente conductor de calor. Si la ropa se moja, el cuerpo perderá calor más rápidamente. Por lo tanto, es importante mantener la ropa seca y cambiarse rápidamente si se moja.

El uso de ropa adecuada es fundamental para proteger al cuerpo del frío. La ropa debe ser liviana, suave y flexible, lo que permitirá una mejor movilidad y por tanto un mejor desempeño en el trabajo. El buzo térmico es altamente recomendable en faenas expuestas a frío.

ASCENSO A ALTURA EXTREMA

Hemos definido extrema altura a aquel nivel igual o superior a 5.800 m. Esta definición se basa en que a esa altura y sobre ella, los humanos no son capaces de aclimatarse completamente. De hecho, la población autóctona de altura, que reside a mayor altitud en el mundo, está en Los Andes Chilenos, en Aucanquilcha, situada a 5.300 m. (Tabla 1).

Los mineros de esta comunidad suben diariamente a trabajar a la mina a 5.790 m. Aunque estos mineros son todos provenientes de los pueblos adyacentes, se niegan a dormir al nivel de la mina, aduciendo alteraciones en el sueño (1).

Por otra parte, Pugg, 1962 (27), también concluyó, luego de experiencias en los Himalayas, que a 5.790 m, es imposible lograr una completa aclimatación.

No lograr aclimatarse, significa en la práctica que el ser humano no puede permanecer períodos prolongados a dicha altura. Es obvio que los seres humanos son capaces de ascensos a alturas muy superiores a 5.790 m, e incluso el hombre ha llegado a 8.850 m (M. Everest), pero con gran dificultad física y mental, con permanencias extremadamente cortas, desafío que a muchos les ha costado la vida.

EFFECTOS DE LA EXPOSICION A ALTURA EXTREMA

Los andinistas experimentados y nativos de altura, experimentan cambios físicos y mentales a medida que ascienden sobre 5.800 m. Los cambios que sobrevienen son:

- 5.800 m: - Aparecen signos precoces de deterioro. Se exageran los signos y síntomas que se presentaron a menor altura.
- Anorexia más severa.
 - Dificultad para dormir.
 - Náuseas y vómitos.
 - Djsnea.
 - Cefalea.

Los nativos aún conservan capacidad de trabajo. A esta altura los Sherpas cargan 27 Kg. por 8 horas sin problemas.

- 6.000 —
- 6.700 m: - Anorexia y pérdida de peso más pronunciada.
- Menor capacidad de trabajo.
 - La jornada diaria se acorta, y la fatiga muscular puede ser importante. La ingestión de azúcares ayuda.

- 6.700 —
- 7.900 m: - Aparece dificultad mental significativa. Las actividades rutinarias se siguen haciendo, pero las actividades nuevas que requieran de decisiones e iniciativa son muy dificultosas.
- La debilidad y fatiga son notables y no son raros los casos de debilidad total e imposibilidad de continuar.
 - Pérdida de peso importante, náuseas y falta de aire notoria.

7.900 —

8.850 m: - A esta altura ocurre un estado de deterioro rápido, son comunes las aberraciones mentales. Toda la capacidad física y mental está puesta en un sólo objetivo: SOBREVIVIR. Es común la depresión mental.

- Las rutinas diarias son ejecutadas con gran trabajo. Son frecuentes las conductas irresponsables y los actos que no miden riesgos.

- Pueden ocurrir alucinaciones, las cuales pueden tener efectos desastrosos.

- Pérdida de autocrítica.

- Puede ocurrir desorientación, edema cerebral, lo que junto al frío extremo puede conducir a la pérdida de conciencia y muerte.

8.850 m: - El Monte Everest ha sido ascendido sin oxígeno por R. Mesner y ésto sólo se explica por el hecho que la P. Barométrica es mayor a la esperada para esa altura. Así, el M. Everest tiene una P.B. de 250 mmHg. lo que equivale a una altura de sólo 8.380 m. (Tabla 4).

CAPTACION DE OXIGENO Y EJERCICIO EN ALTURA EXTREMA

La tolerancia al ejercicio es claramente diferente en el nativo de altura y el andinista bien entrenado. Los Sherpas y Quechuas, son capaces de transportar hasta 30-40 Kg. sobre 6.400 m (1).

La dificultad para efectuar ejercicios sobre 5.800 m, se debe a la creciente disminución del oxígeno disponible (Tabla 4).

Requerimiento de Oxígeno.

1. Reposo: 0.22 - 0.26 l/min.

2. Ejercicio: 2.2 - 2.6 l/min.

Captación de Oxígeno.

1. Nivel del mar: captación máxima 3.5 - 4.0 l/min.
2. 5.800 m: captación disminuye a 2.0 - 2.5 l/min. (Pugh et al, 1964) (22).

Se deduce que la captación y los requerimientos de oxígeno durante el ejercicio se equilibran a 6.000 m, aproximadamente.

3. 7.460 m: Captación máxima 1.3 - 1.5 l/min. Esta captación es muy inferior a los requerimientos de O_2 durante el ejercicio; el organismo cae en deuda de O_2 y recurre a la maquinaria energética anaeróbica, la cual tiene como producto de desecho metabólico al ácido láctico. La deuda de O_2 se revierte durante el reposo.
4. 8.000 m: La captación de O_2 se hace aún más insuficiente y el andinista debe minimizar al máximo la cantidad de ejercicio diario. Son necesarias varias respiraciones entre paso y paso.
5. 8.600 m: Los requerimientos de O_2 en reposo, aún son captados del medio ambiente y hay personas que han sido capaces de dormir una noche sin oxígeno adicional (Clarke, Ciril) (1).

Los requerimientos de oxígeno para ejercicio son completamente insuficientes.

FRIO EN ALTURA EXTREMA

Sobre 6.000 m, la temperatura oscila entre $-20^{\circ} C.$ y $-32^{\circ} C.$, dependiendo en gran parte de la velocidad del viento, el cual a estas alturas suele superar los 100 Km. por hora.

Naturalmente en estas condiciones, la tendencia a la hipotermia constituye un problema de primer orden, y un mal manejo de este factor conducirá rápidamente a hipotermia grave y/o congelamiento.

Congelamiento.

En el congelamiento existe formación de cristales intra y extra celulares.

El congelamiento afecta más a la piel y partes blandas y menos a tendones y huesos. La profundidad del congelamiento depende de la temperatura y duración de la exposición al frío.

Ocurren varios fenómenos hemodinámicos entre los cuales se incluyen vasoconstricción y escape de plasma de los vasos sanguíneos, lo cual determina un deterioro circulatorio. Finalmente se establece un cortocircuito, derivándose la sangre a otros tejidos, siendo la región congelada abandonada desde el punto de vista circulatorio, con lo cual se pierde ese sector, pero se conserva la posibilidad de sobrevivida del organismo en su totalidad.

Hidratación y altura extrema.

En la extrema altura la hidratación se convierte en un problema de preocupación diaria.

Existen una serie de factores que producen deshidratación y por otra parte, a estos niveles de altitud ocurre una alteración en la osmorregulación, debido a que la hormona antidiurética (HAD), no aumenta sus niveles en sangre tal como debiera, con lo cual hay pérdida de agua por la orina en cantidad mayor a lo esperado (26).

A lo anterior se agrega la alteración del mecanismo de la sed, con lo cual la persona expuesta a estas alturas extremas, que se está deshidratando, no siente sed, y por tanto, no tiene deseos de tomar agua (26). Este hecho no debe olvidarse, y deben beberse entre 3 y 5 litros al día de agua, aún cuando no exista sed.

Esta acentuada tendencia a la deshidratación en la altura extrema, es la razón de la escasa popularidad entre los andinistas del uso de drogas deshidratantes como la Acetazolamida, como prevención de la EAA.

Captación Es conocido el hecho que en la altura extrema, en parte por la deshidratación y en parte por el aumento de la viscosidad sanguínea (aumento de la masa globular), existe una mayor tendencia a la trombosis, vale decir, a la formación de coágulos que impiden la circulación sanguínea cerebral (hemiplejía) o periférica (tromboflebitis).

En la extrema altura la hidratación se convierte en un problema de poca importancia, solo en que se

Existe una serie de factores que producen la hidratación y por otra parte, a estos niveles de altitud ocurre una alteración en la osmoregulación, debido a que la hormona antidiurética (HAD), no aumenta sus niveles en sangre tal como debería, con lo cual hay pérdida de agua por la orina en cantidad mayor a lo esperado (26).

A lo anterior se agrega la alteración del mecanismo de la sed, con lo cual la persona expuesta a estas alturas extremas que se está deshidratando, no siente sed y por tanto, no tiene deseos de tomar agua (26). Este hecho no debe olvidarse y deben beberse entre 3 y 2 litros al día de agua, aun cuando no exista sed.

En la deshidratación también interviene la deshidratación en la altura extrema, la razón de la escasa disponibilidad de los nutrientes, debido a los cambios de hidratación como la acetohexamina, como precursora de la DAA, es importante

RESCATE

En la altura pueden suceder accidentes u otros problemas que obligan a rescates y en ocasiones a búsquedas en zonas frías, inhóspitas y/o extremadamente altas.

Es absolutamente necesario conocer algunos principios básicos de reanimación, tener algunas conductas con respecto a los traumatismos y sobre todo, poseer la suficiente claridad mental y prudencia como para no correr riesgos innecesarios, personales o grupales, intentando por ejemplo, rescates en pleno invierno arriesgando más vidas de las ya probablemente perdidas.

Los problemas que se presentan más frecuentemente y que obligan a rescates en la montaña son:

- Avalanchas, rodados, deslizamientos.
- Personas o grupos extraviados.
- Aislados por tormentas.
- Accidentes del trabajo (derrumbes, etc.).
- Enfermedades naturales.
- Congelamiento, hipotermia.
- Combinaciones de las anteriores.

Organización.

Este aspecto no será analizado in extenso en este texto, por estar fuera de sus objetivos, y de la experiencia del autor, pero es indispensable señalar al menos:

- La organización y dirección del rescate, debe estar a cargo de una persona experimentada y que posea ascendencia sobre el grupo.

- Los integrantes del grupo de rescate, deben ser personas experimentadas en la cordillera y ojalá conocedoras de la zona y aspectos topográficos del terreno.
- El personal de rescate debe conocer los principios básicos de reanimación y tener claro algunos elementos fundamentales del tratamiento de lesiones craneanas, traumatológicas, de columna, hemorragias, etc.
- Deberán contar con apoyo aéreo y/o terrestre y comunicaciones adecuadas.
- Vestuario suficiente a los requerimientos del medio ambiente.
- Se deben sopesar cuidadosamente los pro y los contras del rescate.

Aspectos médicos del rescate.

Los problemas médicos frecuentes que se presentan (en un grupo a rescatar), a causa de una avalancha u otro accidente son:

- Asfixia, paro cardiorespiratorio.
- Politraumatismo, TEC.
- Shock, hemorragias.
- Hipotermia, congelamiento.
- Psicológicos.

La hipotermia está presente en un gran número de accidentados, prácticamente en todos los rescatados de altura, pudiendo llegar a su grado extremo, el congelamiento.

Es necesario tener en cuenta, que las patologías enumeradas arriba generalmente se presentan combinadas, siendo la regla encontrar a las víctimas con dos o más problemas médicos simultáneos.

Se analizarán las acciones médicas en una situación de rescate, determinando algunas prioridades y poste-

riormente se comentará algo acerca de lo que no se debe hacer y porqué.

Prioridades médica.

Entre los tipos de compromiso que se pueden encontrar en una víctima, los principales son los que atañen a los sistemas respiratorios y cardiovasculares.

El rescatador deberá en primer lugar determinar si la víctima respira y simultáneamente verificar si su corazón late. Posteriormente, si la víctima respira y tiene pulso, se examina el resto del cuerpo intentando precisar sitios de sangramiento, problemas de columna, fracturas, grado de consciencia, temperatura corporal, etc.

Es absolutamente fundamental, tener presente que una víctima en hipotermia avanzada puede presentar una respiración imperceptible y pulso no pesquisable por su lentitud extrema y pésima circulación periférica y de hecho estar viva y susceptible de recuperación completa (96 - 60).

Por esta razón una víctima en hipotermia severa, siempre deberá reanimarse (96).

Reanimación cardiopulmonar.

- a. **Respiración:**
- Despejar la vía aérea.
 - Respiración boca a boca, o boca nariz.
 - Ventilación con Ambu.

- b. **Circulación:** Masaje cardíaco externo.

Estas maniobras deberán mantenerse hasta que la víctima recupere parámetros ventilatorios y hemodinámicos que le permitan mantener autonomía (72).

Posición.

La columna es una estructura ósea, articulada, que alberga en su interior a la médula espinal. Al ocurrir lesiones de columna ésta puede quedar inestable e incluso haber daño de la médula.

Se debe tener presente en toda movilización, la patología vertebral traumática para adoptar la mejor posición.

La posición ideal de una víctima a rescatar es:

- Posición plana en decúbito dorsal.

Si se sospecha presión arterial baja y/o las pérdidas sanguíneas son evidentes, la posición se modifica a:

- Decúbito dorsal con piernas levantadas (posición de Trendelenburg).

Si se poseen elementos de fijación de columna cervical (collar cervical), este debe instalarse en forma preventiva.

Hemorragia.

- Si el sangramiento es escaso, de bajo flujo, cohibir presionando el sitio de sangramiento.
- Si el sangramiento es de alto flujo, arterial o venoso, se recomienda:
 1. Presión directa y enérgica del sitio de sangramiento.
 2. Posición extremidad sangrante en alto, si el sangramiento es arterial.
 3. Torniquete: Solo si las medidas mencionadas no fueren suficientes. El torniquete debe comprimir fuertemente hasta que deje de sangrar totalmente. Debe soltarse unos minutos cada hora, manteniendo la compresión.
 4. Pantalón anti-shock: Puede utilizarse teniendo en consideración la modalidad de su uso.

Heridas.

Es recomendable cubrir con el paño más limpio que se tenga a mano, dejando el aseo y curación definitiva para ser efectuada posteriormente por personal médico.

Shock Hipovolémico. (Anemia Aguda)

Generalmente un paciente en shock se encuentra con la presión arterial baja, pulso rápido, piel pálida y sudorosa.

Este estado se produce por pérdidas cuantiosas de sangre, ya sea al interior o exterior del organismo. Es bueno pensar que todo politraumatizado estuvo, está o estará en shock hipovolémico.

La asistencia en el sitio de rescate consiste en cohibir las hemorragias, tratar la hipotermia y poner las extremidades inferiores más altas que el resto del cuerpo.

Fracturas.

Las fracturas son tremendamente alarmantes y dolorosas, pero no comprometen la vida en forma inmediata.

Se deberá intentar inmovilizar la extremidad fracturada. El sólo hecho de inmovilizar una fractura alivia gran parte del dolor.

Traumatismo Encéfalo Craneano (TEC).

El TEC es una entidad que acompaña frecuentemente al politraumatizado e indudablemente implica mayor gravedad general.

El cerebro normalmente es muy afectado por la calidad de la respiración y la presión arterial.

El cerebro contundido del TEC es aún más sensible a los cambios respiratorios y circulatorios. A causa de este hecho la reanimación cardiorespiratoria es la acción más importante tendiente a tratar un TEC.

El traslado debe efectuarse en posición semisentado, es decir, la cabeza deberá estar situada más alta que el resto del cuerpo.

Hipotermia.

a. Leve a moderada (32 a 35° C) (Tabla 13A).

La hipotermia leve accidental es extraordinariamente frecuente en las víctimas a rescatar y se caracteriza por:

- Palidez intensa (vasoconstricción).
- Calofríos.
- Pulso fino y difícil de detectar.
- Taquicardia y arritmias aisladas.
- Diuresis abundante.
- Apatía.
- Lenguaje entrecortado, poco claro.
- Movimientos lentos, torpes, poco coordinados.

b. Severa (temperatura inferior a 32° C) (Tabla 13B)

En esta etapa la víctima presenta acentuados signos de enfriamiento:

- Trastorno de conciencia progresivo hasta el coma.
- No presenta calofríos.
- Palidez extrema.
- Respiración muy lenta pudiendo ser imperceptible.
- Pulso prácticamente imposible de palpar, arritmias severas.
- Bradicardia extrema que progresa al paro cardíaco.
- Rigidez generalizada.

Tratamiento de la hipotermia.

1. Maniobras de resucitación.
2. Evitar que continúen las pérdidas calóricas.
3. Calentar.
4. Tratamiento de otras lesiones.

Recuperación de la temperatura corporal.

1. Cambiar ropa mojada.
2. Proteger del viento.
3. Cubrir con sacos de dormir y frazadas alta montaña.

4. Si fuere necesario una persona deberá acostarse con la víctima, relevándose con el fin de mantener el aporte de calor corporal.
5. Si la hipotermia es leve (mayor que 32^o), y no existe traslado aéreo, trasladar sólo cuando la temperatura esté cercana a los 37^o C.
6. Si la hipotermia es severa (menos de 32^o C), y/o se ha debido efectuar maniobra de resucitación cardiopulmonar o bien la víctima está inconsciente, lo ideal es el traslado por vía aérea a centro médico, manteniendo constantemente las maniobras de reanimación.

Resumen aspectos médicos del rescate. (Tabla 14)

- Verificar actividad cardíaca y respiratoria.
- Efectuar maniobras de reanimación cardiorespiratoria si procede. Mantenerlas en todo momento, especialmente en hipotermia severa, a menos que éstas se restablezcan y mantengan sin ayuda.
- Trate hipotermia.
- Cohiba hemorragias.
- Movilice lo menos posible a la víctima. Piense que siempre existe lesión grave de columna.
- Al movilizar una víctima, requiera la colaboración de todos y evite extensiones o flexiones de la columna. Instale collar cervical preventivamente.
- Mantenga a la víctima sobre una superficie dura y plana en decúbito dorsal, con pies elevados si sospecha shock.
- Si existe inconsciencia y/o TEC, vigile constantemente la respiración y esté atento a la posibilidad de vómitos a fin de evitar aspiración de contenido gástrico.
- Si existe comunicación radial pida instrucciones y aplíquelas.

- Durante el traslado mantenga las maniobras de reanimación cardiopulmonar hasta llegar al centro médico.

Qué no se debe hacer. (Tabla 15)

- Preocuparse de las heridas y fracturas descuidando la respiración y circulación.
- Suspender las maniobras de reanimación para examinar a la víctima.
- Movilizar al paciente sin preocuparse de la columna.
- Tener un collar cervical y no usarlo, por estimar que no tiene lesiones en el cuello.
- Frotar y dar masajes con el objeto de calentar al paciente.
- Sentar o poner de pie a un politraumatizado.
- Dar comida a un accidentado.
- Mantener ropa mojada y la víctima al viento.
- Dar por fallecida a una víctima hipotérmica por que no respira o no tiene pulso.
- No consultar pudiendo hacerlo.

EXAMENES PREOCUPACIONALES

Las condiciones ambientales que existen en la altura, anteriormente descritas en la Unidad Medio Ambiente, exigen que las personas que trabajaran sobre los 2.000 m. sean sanas, estén aptos física y psicológicamente, y en especial sus sistemas respiratorio y cardiovascular.

Existen investigadores que han intentado determinar la respuesta del organismo en la altura (47) (1), para lo cual han trabajado con diversos parámetros buscando algún examen o grupo de exámenes que pudieran predecir el comportamiento de un individuo en la altura.

En general, se puede decir que no existen pruebas o exámenes que permitan predecir el comportamiento que se tendrá en la altura, salvo parcialmente la capacidad vital.

La capacidad vital ha demostrado tener un cierto valor predictivo (47), especialmente en aquellos individuos cuya capacidad vital a nivel del mar es menor que la predicha para su peso y altura los cuales tienen una mayor predisposición a hacer la enfermedad aguda de altura.

Para probar la sensibilidad de la capacidad vital como índice predictivo del comportamiento del ser humano en la altura, será necesario esperar la comunicación de investigaciones actuales.

El Test de Esfuerzo, es un examen que no tiene valor predictivo del comportamiento en la altura y tampoco sirve para descartar masivamente enfermedad coronaria, debido a sus múltiples falsos positivos y falsos negativos. Por esta razón, no se recomienda el uso de este Test como examen de rutina ocupacional para trabajos de altura.

Los Gases Arteriales, es un examen que se altera tardíamente en la patología pulmonar. Los gases arteriales no son parte del examen preocupacional de rutina para trabajos de altura. El examen clínico pulmonar y la Rx. de tórax bastarán como examen de rutina.

EXAMENES GENERALES

Se piden todos aquellos exámenes realizados al personal que trabaja a nivel del mar y además de éstos se agregan:

- Hemograma y VHS
- Uremia.
- Orina completa.
- E.C.G.
- Espirometría.
- Rx. de tórax.
- Examen visual u auditivo, según naturaleza del trabajo a realizar.

Examen Médico.

- Deberá ser completo, especialmente en relación a la experiencia de trabajo o vida en altura.
- Deberá poner especial énfasis en la investigación de enfermedades actuales, referidas al sistema respiratorio y/o cardiovascular.
- El examen físico debe incluir un examen neurológico general, el cual forma parte de un examen físico segmentario completo.

Examen Psicológico.

Al examen psicológico rutinario preocupacional, debe agregarse una investigación psicológica acerca de la tolerancia a la permanencia en **medios hostiles, alejado de su familia y eventualmente expuesto a situaciones de aislamiento accidental.**

Alucinación	Percepción visual, auditiva y/o sensitiva de fenómenos que no tienen existencia en la realidad.
Anorexia	Falta de apetito.
Asma	Enfermedad pulmonar que afecta al sistema bronquial produciendo constricción bronquial y mayor producción de secreciones. Evoluciona en crisis.
Angor, Angina de Pecho, Angor Pectoris	Dolor referido al pecho, mandíbula y brazo izquierdo, originado por déficit de oxígeno en alguna región del corazón.
Arritmia	Se refiere a la pérdida del ritmo cardíaco normal y remplazo por un ritmo anormal.
Bradicardia	Frecuencia cardíaca bajo 60 latidos p.m.
Calambos	Contracciones involuntarias de la musculatura esquelética, en salvas que se presentan con el frío.
Capilarización	Aumento de la cantidad de capilares de una zona corporal.
Cefalea	Dolor de cabeza.
Cianosis	Coloración azulosa-morada de labios, lengua, lecho ungueal, etc., por falta de oxígeno en la sangre.

GLOSARIO DE TERMINOS MEDICOS

- Alucinación** : Percepción visual, auditiva y/o sensitiva de fenómenos que no tienen existencia en la realidad.
- Anorexia** : Falta de apetito.
- Asma** : Enfermedad pulmonar que afecta al sistema bronquial produciendo contricción bronquial y mayor producción de secreciones. Evoluciona en crisis.
- Angor, Angina de Pecho.**
Angor Pectoris : Dolor referido al pecho, mandíbula y brazo izquierdo, originado por déficit de oxígeno en alguna región del corazón.
- Arritmia** : Se refiere a la pérdida del ritmo cardíaco normal y reemplazo por un ritmo anormal.
- Bradycardia** : Frecuencia cardíaca bajo 60 latidos p.m.
- Calofríos** : Contracciones involuntarias de la musculatura esquelética, en salvas, que se presentan con el frío.
- Capilarización** : Aumento de la cantidad de capilares de una zona corporal.
- Cefalea** : Dolor de cabeza.
- Cianosis** : Coloración azulosa-morada de labios, lengua, lecho ungueal, etc., por falta de oxígeno en la sangre.

- Collar cervical** : Sistema de fijación de la columna cervical.
- Coma** : Estado de conciencia en el cual el individuo está profundamente inconciente y sólo responde a estímulos de gran intensidad y de una manera muy básica.
- Delirio** : Alteración de conciencia, de variado origen en la cual el individuo habla, gesticula, relata según la alucinación que experimenta.
- Desorientación** : Pérdida de orientación en el tiempo y/o en el espacio.
- Diabetes Mellitus** : Se refiere a aquella enfermedad en la cual el sujeto no regula bien su nivel de azúcar en la sangre (Glicemia).
- Dismenorrea** : Dolor durante la menstruación.
- Disnea** : Sensación de falta de aire.
- Diuresis** : Volumen de orina.
- Diurético** : Droga que promueve la formación de orina.
- Edema** : Acumulación de agua en un tejido sobre lo normal. Se observa como aumento de volumen.
- Epistaxis** : Sangramiento nasal, que puede ser con salida al exterior o bien hacia la zona posterior de nariz, siendo deglutida la sangre.
- Espermatogénesis** : Proceso de formación de los espermatozoides en los testículos.
- Extrasistoles, ventriculares o auriculares** : Es una forma de arritmia.

Fisiología, Fisiológico	: Estudio de las funciones de los órganos, funcionamiento del organismo en su rango normal.
Frigidez	: Imposibilidad de lograr placer durante la relación sexual
Gastroduodenal	: Relacionado al estómago y al duodeno o primera porción del intestino delgado.
Hemoglobina	: Complejo protéico contenido en los glóbulos rojos. La hemoglobina capta el oxígeno en el pulmón y lo entrega en los tejidos. 1 g de hemoglobina transporta 1.3 cc O ₂ .
Hipertensión	: Se refiere a presión arterial mayor que lo normal, para la edad y sexo del individuo.
Hipertiroidismo	: Funcionamiento exagerado de la glándula tiroides.
Hipotiroidismo	: Funcionamiento bajo lo normal de la glándula tiroides.
Hipertrofia	: Crecimiento de un órgano.
Hiperventilación	: Se refiere al hecho de respirar o ventilar más que lo normal.
Hipoventilación	: Respiración insuficiente para la depuración de anhídrido carbónico (CO ₂) arterial.
Hipoxia	: Insuficiente oxigenación de los tejidos.
Infarto	: Proceso que se desarrolla en un órgano, por ejemplo: el corazón, luego que una zona de éste queda sin irrigación sanguínea o sin aporte de oxígeno adecuado.

- Impotencia** : Disfunción sexual masculina relacionada con la erección. Puede ser total o parcial.
- Isquemia** : Aporte insuficiente de sangre a un órgano.
- Líbido** : Apetito sexual.
- Menarquia** : Primera menstruación.
- Menstruación** : Flujo periódico sanguíneo genital femenino.
- Meteorismo** : Acumulación de gases intestinales.
- Monge, Carlos** : Famoso investigador en Medicina de Altura, de origen peruano. El primero en describir la enfermedad crónica de altura y que posteriormente se la ha llamado "Enfermedad de Monge".
- Morfología** : Estudio de las formas.
- Neumotorax** : Desgarro del pulmón o tórax entrando aire al espacio virtual existente entre el pulmón y la pared torácica (espacio pleural).
- Oliguria** : Volumen de orina menor a 800 cc/24 horas.
- Radiación ionizante** : Tipo de radiación.
- Síndrome** : Conjunto de síntomas y signos comunes que pueden deberse a distintas enfermedades o etiologías.
- Síntoma** : Sensación subjetiva de malestar físico o síquico.
- Signo** : Aparición física en el enfermo de elementos anormales en su organismo. Ej.: Hígado de mayor tamaño.
- Sherpas** : Nativos que viven en las alturas de los Himalayas.

- Sopor** : Estado anormal de conciencia parecido al sueño.
- Taquicardia** : Frecuencia cardíaca mayor a 90 x'.
- Volumen corriente** : Se refiere al volumen de aire inhalado en cada inspiración.
- Volumen pulmonar** : Volumen global del pulmón.

ABREVIATURAS

CO	: Monóxido de Carbono.
m.	: Metros.
PO ₂	: Presión parcial de oxígeno.
O ₂	: Oxígeno.
PB	: Presión barométrica.
N ₂	: Nitrógeno.
CO ₂	: Anhídrido carbónico o Bióxido de Carbono.
C°	: Grado Celcius.
UV	: Ultravioleta.
EAA	: Enfermedad aguda de altura.
E.P.A.A.	: Edema pulmonar agudo de altura.
E.C.A.A.	: Edema cerebral agudo de altura.
PCO ₂	: Presión de anhídrido carbónico.
et al	: y colaboradores.
Hb	: Hemoglobina.
h	: Horas.
mg.	: Miligramos.
pH	: Logaritmo neg. conc. iones hidrógeno.

TABLAS

TABLA 1

**PROYECTOS Y FAENAS MINERAS EN OPERACION
SOBRE LOS 2.000 m.s.n.m.**

RANGO DE ALTURA	NOMBRE FAENA	UBICACION	
		REGION	REFERENCIA
m.s.n.m			
2.000-3.000	Cerritos Bayos	II	Interior de Calama
	Caracoles	II	Interior de Calama
	La Escondida	II	Interior Antofagasta
	Chuquicamata	II	Chuquicamata
	Litio	II	Salar de Atacama
	Minsal	II	Salar de Atacama
	Guanaco	II	Interior de Taltal
	Vaquillas	II	Interior de Taltal
	Cachinal de la Sierra	II	Interior de Taltal
	Salvador	III	Interior de Chañaral
	Amolanas	III	Interior de Copiapó
	Cerro Blanco	III	Interior de Vallenar
	Amanda	III	Interior de Vallenar
	Andina	V	Saladillo (Los Andes)
	Lo Valdés	R.M.	Caj.del Maipo (Stgo)
	Las Yeseras	R.M.	Caj.del Maipo (Stgo)
	Calcio	R.M.	Caj.del Maipo (Stgo)
El Teniente	VI	Interior de Rancagua	
Rosario de Rengo	VI	Interior de Rengo	
3000-4000	Ascotan	II	Salar de Ascotan
	Amanecida	II	Salar de Ascotan
	El Hueso	III	Interior de Chañaral
	El Bolsico	III	Interior de Vallenar
	Pelambres	IV	Interior Salamanca

Origen: Fernando Fuentes. N.C.L. Ltda.

TABLA 1 (Cont.)

**PROYECTOS Y FAENAS MINERAS EN OPERACION
SOBRE 2.000 m.s.n.m.**

RANGO DE ALTURA m.s.n.m.	NOMBRE FAENA	UBICACION	
		REGION	REFERENCIA
4000-5000	Choquelimpie La Coipa El Indio	I	Interior de Putre
		III	Interior Copiapó
		IV	Interior Vicuña
+ 5000	Aucanquilcha Purico	II II	Interior Ollague Int.San P. Atacama

Origen: Fernando Fuentes, N.C.L. Ltda.

TABLA 1 (Cont.)

**FAENAS MINERAS EN PROSPECCION
SOBRE LOS 2.000 m.s.n.m.**

RANGO DE ALTURA m.s.n.m.	NOMBRE PROSPECTO	UBICACION	
		REGION	REFERENCIA
2000-3000	Enap Norte	II	Salar de Atacama
4000-5000	Sancarron	III	Interior Vallenar
	La Fortuna	III	Interior Vallenar
	Apolinario	IV	Interior Vicuña
	Gorbea	II	Interior Taltal
	Nandú	I	Salar de Surire
	Arno	II	Salar de Quisquiro
	El Laco Marte	II III	Int. Antofagasta Interior Copiapó
+ 5000	Volcán Apagado	II	Int.San P. Atacama

Origen: Fernando Fuentes, N.C.L. Ltda.

TABLA Nº 2

CLASIFICACION SEGUN ALTURA

MEDIANA ALTURA	< 3.000 m.
GRAN ALTURA	> 3.000 m.
EXTREMA ALTURA	> 5.800 m.

Heath et al (1)

TABLA Nº 3

GASES ATMOSFERICOS

N ₂	79%
O ₂	20,08%
CO ₂	0,02 %

TABLA N° 4

PRESION ATMOSFERICA, PO ₂ Y T° SEGUN ALTURA					
Pies	m	Mm of Hg	PO ₂ atm	C°	F°
0		760.0	152	15.0	59.0
2.000	609,6	706.7	141	11.0	51.9
4.000	1.209	656.3	131	7.1	44.7
6.000	1.828	609.1	121	3.1	37.6
8.000	2.438	564.6	112	-0.8	30.5
10.000	3.048	522.7	104	-4.8	23.4
12.000	3.657	483.4	96,6	-8.8	16.2
14.000	4.267	446.5	89	-12.7	9.1
16.000	4.876	412.0	80	-16.7	1.9
18.000	5.486	379.7	75,8	-20.7	-5.1
20.000	6.096	349.5	70	-24.6	-12.3
22.000	6.705	321.3	64	-28.6	-19.4
24.000	7.315	294.9	58,8	-32.5	-26.5
26.000	7.924	270.3	54	-36.5	-33.6
28.000	8.534	237.4	47,4	-40.5	-40.7
30.000	9.144	226.1	45,2	-44.4	-47.8
32.000		206.3	40,1	-48.4	-54.9
34.000		188.0	37,5	-52.4	-62.0
36.000		171.0	34	-55.0	-69.7
38.000		155.5	31	-55.0	-69.7
40.000		141.2	28.2	-55.0	-69.7
42.000		128.3		-55.0	-69.7
44.000		116.6		-55.0	-69.7
46.000		105.9		-55.0	-69.7
48.000		96.3		-55.0	-69.7
50.000		87.4		-55.0	-69.7
55.000		68.8		<i>Temperatura permanece constante</i>	
60.000		54.4			
63.000		46.9			
64.000		44.7			
70.000		20.9			
84.000		17.3			
90.000		13.0			
94.000		10.9			
100.000		8.0			

Source: The ARDC Model Atmosphere - 1959.

In. of Hg = Inches of Mercury C = Centigrade.

Mm of Hg = Milimeter of Mercury F = Fahrenheit

PSI = Pounds per square inch PSF = Pounds per Square Foot

TABLA Nº 5

FACTOR DE ENFRIAMIENTO POR VIENTO (K)

A	B
2.500	Intolerable
2.000	Congelamiento zonas expuestas en 60 seg.
1.400	Congelamiento zonas espuestas
1.200	Muy helado
800	Helado
400	Frío
200	Agradable
100	Calor

K 1.400 PRODUC. POR	
TEMP. °C	VELOCIDAD VIENTO km/h.
- 6,67	72,4
- 12,2	28,9
- 23,3	11,2
- 40	3,2

A.- Relación entre valores de Factor de enfriamiento por viento (K) y sensaciones corporales.

B.- Combinaciones de T^o y velocidad de viento que producen 1.400 K.

Heat et al

TABLA Nº 6

CLASIFICACION E.A.A.

1. ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA LEVE (E.A.A.).
2. ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA SEVERA.
 - a) EDEMA PULMONAR AGUDO DE ALTURA (E.P.A.A.).
 - b) EDEMA CEREBRAL AGUDO DE ALTURA (E.C.A.A.)

TABLA Nº 7

FRECUENCIA E.A.A.	
E.A.A. LEVE	43 – 80%
E.A.A. SEVERA	05 – 4.3%

TABLA Nº 8A

ENFERMEDAD AGUDA DE ALTURA

SINTOMAS LEVES O INESPECIFICOS

- Cefalea
- Náuseas ocasionales.
- Anorexia.
- Sensación de flojera.
- Somnolencia durante el día.
- Insomnio leve.
- Distensión abdominal y meteorismo.
- Vómitos aislados.
- Sensación de inestabilidad cardíaca.

TABLA Nº 8B

SINTOMAS SEVEROS O ESPECIFICOS DE EAA.

- Cefalea severa y progresiva que no alivia con analgésicos corrientes.
- Náusea severa, mareos.
- Vómitos frecuentes.
- Anorexia marcada.
- Desgano creciente.
- Inestabilidad, Ataxia.
- Insomnio acentuado.
- Cambios psíquicos.
- Torpeza mental.
- Alteraciones visuales.
- Desorientación.
- Sopor.
- Alucinaciones, delirio, coma.
- Disnea en reposo.
- Aumento de la frecuencia respiratoria.
- Tos seca o con desgarro espumoso rosado.
- Cianosis.
- Dolor torácico.
- Taquicardia.
- Diuresis escasa.

TABLA Nº 8C

EAA – SINTOMAS SEGUN FRECUENCIA

Cefalea	96%
Insomnio	70%
Anorexia	38%
Náusea	35%
Mareos	27%
Cefalea que no alivia con analgésicos	26%
Disnea excesiva al ejercicio o en reposo	25%
Oliguria	19%
Vómitos	14%
Desgano	13%
Incoordinación	11%

Heath et al (1).

TABLA Nº 9A

TRATAMIENTO EAA

E.A.A. LEVE

- Reposo semi sentado.
- Régimen liviano, rico en calorías,
Hidratos de carbono.
- Líquidos según tolerancia.
- Oxígeno.
- Medir diuresis.
- Observación estricta.

TABLA Nº 9B

TRATAMIENTO EAA

E.A.A. SEVERA (TIPO E.P.A.A.)

- Reposo semi sentado.
- Régimen cero o líquidos 1.500 cc/24 hrs. s.
- Oxígeno en altas concentraciones (> 40%)
- Medir diuresis.
- Dexametazona 8 mg. ev, Luego 4 mg c/6 h.e.v.
- Furosemida 1 amp. ev.
- Manejo general y apoyo respiratorio en UTI.
- Eventual tratamiento anticoagulante.

E.A.A. SEVERA (TIPO E.C.A.A.)

- Reposo semi sentado.
- Régimen cero.
- Oxígeno concentraciones altas (> 40%)
- Medir diuresis.
- Dexametazona 8 mg. ev, Luego 4 mg c/6 h.
- Manitol 200 cc. ev, Administrar 30 min.
- Hidratación, máximo 1.500 cc/día
- DESCENDER AL PACIENTE - MANEJO EN UTI.

TABLA Nº 10

FACTORES RELACIONADOS CON E.A.A.

- Nivel absoluto de ascenso.
- Velocidad de ascenso.
- Tiempo de permanencia en la altura.
- Susceptibilidad individual.
- Zonas de puna.
- Re-ascenso.
- Ejercicio físico.
- Edad.
- Tabaco.
- Alcohol.
- Enfermedades cardio respiratorias.
- Alimentación.

TABLA Nº 11

ACETAZOLAMIDA – INDICACIONES

GENERALES

- Ascensos de emergencia en misiones de rescate.
- Personas susceptibles Dickinson et al

LABORALES

- Personal que asciende rápido, con permanencia en la altura mayor 6 hrs., pero menor 5 días.
- Personal que asciende rápido a zonas de puna aún si permanecen menos de 6 horas en la altura.
- Personal que asciende rápido a lugares sobre 4.500 m, cualquiera sea el período de permanencia.

TABLA Nº 12

ESQUEMA DROGAS EN PREVENCIÓN E.A.A.

ACETAZOLAMIDA

- a) 250 mg c/8 h. o c/12 h. Oral.
Iniciar 24 h. pre ascenso y continuar hasta 3 días post ascenso.
- b) 500 mg (Lib. prolongada) día.
Iniciar 24 h. pre ascenso y continuar hasta 3 días post ascenso.

ESPIRONOLACTONA

- 25 mg c/6 hrs.
Iniciar 24 h. pre ascenso y continuar hasta 3 días post ascenso.

TABLA Nº 13A

HIPOTERMIA LEVE A MODERADA (32 - 35º C)

- Palidez intensa.
- Calofríos.
- Taquicardia.
- Pulso fino.
- Arritmias.
- Apatía.
- Lenguaje poco claro.
- Movimientos lentos y torpes.
- Falta de coordinación.

TABLA Nº 13B

HIPOTERMIA SEVERA (Menos de 32º C)

- Palidez extrema.
- Respiración progresivamente imperceptible.
- No hay calofríos.
- Bradicardia, Arritmias.
- Pulso progresivamente imperceptible.
- Rigidez generalizada.
- Desorientación que progresa a coma.

TABLA Nº 14

RESCATE: RESUMEN PRIORIDADES MEDICAS

- Examine actividad cardíaca y respiratoria.
- Maniobras de resucitación.
- Trate hipotermia.
- Movilice en bloque, manteniendo cuello en posición neutra.
- Mantenga víctima sobre superficie lisa y dura.
- Cohiba hemorragias.
- Inmovilice fracturas.
- Mantenga comunicación radial frecuente.

TABLA Nº 15

RESCATE: QUE NO SE DEBE HACER

- Preocuparse de las heridas y fracturas en lugar de la respiración y circulación.
- Suspender maniobras de resucitación para examinar a la víctima.
- Movilizar a la víctima sin preocuparse de la columna.
- Frotar la piel y dar masajes para calentar.
- Sentar o poner de pie un politraumatizado.
- Tener un collar cervical y no usarlo por estimar que no hay lesión cervical.
- Dar comida a un accidentado.
- Mantener ropa mojada, mantener víctima al viento.
- Dar por muerta a una víctima hipotérmica porque no respira o no tiene pulso.
- No consultar pudiendo hacerlo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Heath, D. Reid - D. "Man at high altitude". The Pathophysiology of acclimatization and adaptation. 1981. Churchill - Livingstone 1981.
- 2.- Ahuja, Y.; Sharma, A.; Nampoorhiri, K.; Ahuja, M.; Dempster, E. "Evaluation of effects of high natural background radiation on some genetic traits in the inhabitants of Monazite Belt in Kerala, India".
- 3.- Monge, M.C.; Monge, C. "High altitude diseases. Mechanism and management". 1966.
- 4.- Monge, M.C. "La enfermedad de Los Andes, sindromes eritremicos". Anales de la Facultad de Medicina de Lima, 11, 314. 1928.
- 5.- Monge, M.C. "Chronic mountain sickness". Physiological Reviews 23, 166. 1943.
- 6.- Bulstrode, C.I.K. 1975. "A preliminary study into factory predisposing mountaineers to high altitude pulmonary oedema". Journal of the Royal Naval Medical Service. 61, 101
- 7.- Singh, J.; Chohun, I et al. "Effects on high altitude stay on the incidence of common diseases in man". International Journal of Biometeorology. 21, 93.
- 8.- Tromp, S.; Bouma, J.J. 1974. "The biological effects of natural and simulated high altitud climate of physiological functions on healthy and diseases subjects (in particular asthmatics)". Monograph series. Biometeorological Research Centre. XIII, 5.
- 9.- Sime, F. 1975. Personal communication.
- 10.- Scoggin et al. 1977. "High altitude pulmonary oedema in the children and young adults of Deadville, Colorado". N. England Journal of Medicine. 297, 1269, N 23.
- 11.- Menon, N.D. 1965. "High altitude pulmonary oedema". N.E.J. of Medicine. 273, 66.
- 12.- Davis et al. 1979. "Effects of stopping smoking for 48 h. on oxygen availability from the blood: a study on pregnant women". British Medical Journal. ii, 355.

- 13.- Mac Lean, N. 1979: "Smoking and acclimatization to altitude". *British Medical Journal*. ii, 799.
- 14.- Vargas, A.C. 1967. "Peptic ulcer in the native peruvian". *Proceedings of the Third World Congress of Gastroenterology Tokyo: Nankodo*.
- 15.- Rosedale, B. 1973. In: "Annapurna south face". p. 228 London: Cassell.
- 16.- Ravenhill, Th. 1913. "Some experiences of mountain sickness in the Andes". *Journal of Medicine Tropical and Hygiene*. 16, 313.
- 17.- Nettles, J.L.; Olson, R.N. 1965. Effects of alcohol on hipoxia. *JAMA*. 195, 1193.
- 18.- Keck, G.; Buchmeiser, R. 1964. "Existence and growth of bacteria at high altitude". *The physiological effects of high altitude*. p. 153.
- 19.- Rippel, A.; Baldes, A. 1952. In: *Grundriss Der. Mikrobiologie*. p. 281.
- 20.- Chohan et al 1975. "Immune response in human subjects at high altitude". *International Journal of Biometeorology*. 8, 137.
- 21.- Pugh, L.G. Tolerance to extreme cold at altitude in a nepalese pilgrim. *Journal of Applied Physiology*. 15, 1234; 1963.
- 22.- *Physiological training*. 1980. Department of transportation. U.S.A.
- 23.- Donoso, H. "Adaptación en fisiología y su relación con la actividad física". *Ach. Soc. Chilena Med. Deporte*. 27: 106, 1982.
- 24.- Donoso, H.; Oyanguren, H. "Efectos de la altura sobre el nivel del mar en trabajadores que a diario suben a laborar en ese medio, pero que residen a baja altura". 29: 66, 1984.
- 25.- *Functional adaptation to high altitude hypoxia*. Roberto Frisancho. *Science Jun*, 1975, vol. 187.
- 26.- *Impaired osmoregulation at high altitude studies on Mt. Everest*. F. Duane Blume, Stephen J. Boyer et al. *JAMA*. July 1984 - vol. 252 N° 4.
- 27.- *Preventive medicine for high altitude trekking*. Christopher J. Huber, MD. *CAN, Med Assoc. J. Vol. 134, Febr. 15, 1986*.

- 28.- Effect of acetazolamide on exercise performance and muscle mass at high altitude. A.R. Bradwell. J.H. Coote et al and Birmingham Medical Research Expeditionary Society the Lancet May 3, 1986.
- 29.- Prevention of acute mountain sickness by dexamethazone. T. Scott Johnson, Paul B. Bock et al. The New England J. Of. M. March 84 - Vol. 310 N° 11.
- 30.- Acetazolamide in acute mountain sickness. J.G. Dickinson British Medical Journal Nov. 1987. vol. 295.
- 31.- Effect of Acetazolamide on hypoxemia during sleep at high altitude. J. Sutton, Ch. Houston et al The New E.J. of M Dec. 79 vol.301 N° 24.
- 32.- Amelioration of acute mountain sickness: comparative study of Acetazolamide and Spironolactone. S.C. Jain, M.V. Singh et al Int. J. Biometeor, 1988 vol.30 N° 4, 293-300.
- 33.- Reproducibility of individual response to exposure to high altitude. Peter Forster. British Medical Journal vol. 289 Nov. 1984.
- 34.- Brain Damage after high altitude climbs without oxygen. G. Cavaletti et al, The Lancet Jan. 10, 1987.
- 35.- Altitude related deaths in seven trekkers in the Himalayas. J. Dickinson, D. Heath et al Thorax 1983; 38: 646 - 656.
- 36.- Treatment of acute mountain sickness D. Shlim. The N.E.J. M. vol 313 N° 14 1985.
- 37.- Successful treatment of acute mountain sickness with Dexamethazone. G. Ferrazzini et al B. Med. Journal vol.294 May 87.
- 38.- High altitude pulmonary edema. Characteristics of lung lavage fluid. R. Schoene, P. Jackett et al. JAMA. July 4, 1988 vol. 256, N° 1.
- 39.- Terminology and classification of acute mountain sickness J.G. Dickinson. Br. Med. J. vol.285 Sept. 82.
- 40.- Control of breathing in Sherpas at low and high altitude. P. Hackett, J. Reeves et al J. Appl. Physiol : Respirat Environ. Exercise Physiol. 49 (3): 374 - 379, 1980.
- 41.- Effect of different ascent profiles on performance at 4.200 m, elevation. P.J. Forster. Aviation, Space and Environment Medicine. August, 1985.

- 42.- The incidence, importance and prophylaxis of acute mountain sickness. P. Hackett, D. Rennie et al. *The Lancet*, Nov. 1976.
- 43.- Rales, peripheral edema, retinal hemorrhage and acute mountain sickness. P. Hackett D. Rennie. *The American J. of Medicine* vol. 67, August, 1979.
- 44.- Thrombosis at mountain altitudes. S. Cucinell et al. *Aviation, Space and Environmental. Med.* Nov. 1987.
- 45.- Antidiuretic hormone responses to eucapnic and hypocapnic hypoxia in humans. J.R. Claybaugh et al. *J. Appl Physiol.:: Respirat environ exercise physiol.* 53 (4): 815-823, 1982.
- 46.- Evidence for increased intrathoracic fluid volume in man at high altitude. J.J. Jaegger et al *J. Appl Physiol* 47 (4) 670-676, 1979.
- 47.- Fluid retention and relative hypoventilation in acute mountain sickness. P. Hackett et al *Respiration* 43: 321-329, 1982
- 48.- Enhanced left ventricular systolic performance at high altitude during operation everest II. José Suárez et al *Am J. Cardiol.* 1987; 60: 137-142.
- 49.- Respiratory, circulatory and E.C.G. changes during acute exposure to high altitude. P. Laciga et al. *J. Appl. Physiol* vol 41 Nº 2, 1976.
- 50.- Effects of acute exposure to high altitude on ventilatory drive and respiratory pattern. N.K. Burk. *J. Appl Physiol.* 56 (4): 1027 - 31, 1984.
- 51.- Enhanced fibrin formation in high altitude pulmonary edema. P. Bartsch et al. *J. Appl. Physiol.* 63 (2) 752-757, 1987.
- 52.- Animals in high altitudes, residentman handbook of physiology - adaptation to the environment. Alberto Hurtado Chapter 54.
- 53.- Infant birth weight is related to maternal arterial oxygenation at high altitude. L. Grindlay et al. *J. Appl. Physiol* 52 (3): 695-699, 1982.
- 54.- Maternal hyperventilation helps preserve arterial oxygenation during high altitude pregnang. L. Grindlay et al. *J. Appl Physiol* 52 (3): 690-694, 1982.
- 55.- Responses of the autonomic nervous sistem during acclimatization to high altitude in man. M.S. Malhotra et al, *Aviation Space and Environmental Medicine*, October 1976.

- 56.- Campamentos de entrenamiento en altitud. R. Shepard. Medicina de la Educación Física y el Deporte. Madrid, VII, 1975.
- 57.- Valorización pulmonar del entrenamiento en altitud, particularmente del realizado por algunos miembros del equipo olímpico de Gran Bretaña y otros países europeos en 1972. R. Owen. Medicina de la Educación Física y el Deporte, Madrid VII 1973.
- 58.- Study of the pituitary - thyroid functions at high altitude in man. G.K. Rastogi et al. J. Clin Endocrinol Metab. 4: 447, 1977.
- 59.- Blood oxygen affinity in high and low altitude population of deer mouse. L. Snyder et al. Resp. Physiol. (1982). 48, 89-105.
- 60.- A model for the treatment of accidental severe hypothermia. J. Moss et al. The J. of Trauma. Jan 1986. vol 26 Nº 1.
- 61.- Nutrition and the responses to extreme environments. F. Consolazio et al. Federations Proceedings. vol 36, Nº 5 de April 1977.
- 62.- Pulmonary function in sickle cell trait. T. Dillard et al. Annuals of J. Med 1987, 106: 191, 196.
- 63.- Seguridad del Trabajo en la alta montaña. Mutual de Seguridad C.CH.C.
- 64.- Excessive polycythemia of high altitude: Role of ventilatory drive and lung disease. Krygen et al. A. Review of Respiratory Disease. vol 118, 1978.
- 65.- Serum and urinary cation changes on acute induction to high altitude (3200 and 3771 m). J.C. Chatterji, V.C. Ohri et al. Aviation, Space and Environmental Medicine, June 82.
- 66.- The effect of altitude on test of reaction time and alertness. J. H. Mackintosh, D.J. Thomas et al. Aviation, Space and Environmental Med. March 1988.
- 67.- Increase in blood - brain barrier permeability by altitude decompression. C. Chryssantou, T. Pahlia et al. Aviation, Space and Environmental Med. Nov. 1987.
- 68.- Sparing effect of chronic high - altitude. Exposure on muscle Glycogen utilization. A.J. Young, W.J. Evans. Exercise Physiol 52 (4): 857 - 862, 1982.

- 69.- Treatment of excessive polycytemia of high altitude with respiratory stimulant drugs. Kryger, MC. Cullough et al AM , Review of Resp. Disease, vol 117, 1978.
- 70.- Principle of internal medicine. Harrison.
- 71.- Drugs and Anesthesia. M. Wood - A. Wood. Williams & Wilkins, Baltimore - London 1982.
- 72.- "Manual de Primeros Auxilios". Paulina Soto Ponce, Ana María Díaz Messen. Mutual de Seguridad C.CH.C.
- 73.- Pugh L.G. Physiological and medical aspects of the Himalayan scientific and mountaineering expedition 1960 - 1961. British Medical Journal. 621, 1962.
- 74.- Klein, K.E. Discussion following the paper of altland and Highman. (1964).
- 75.- Hultgren, H.N.; Spickand, W. et al High altitude pulmonary edema. Medicine 40, 289, 1961.
- 76.- Roach, R.C., Larson et al. Acute mountain sickness, antacids and ventilation during rapid, active ascent of Mount Rainier. Aviation, Space and Environmental Med. 1983, 54: 397-401.
- 77.- Larson, B.; Roach et al. Acute mountain sickness and acetazolamide. J. Am. Med. Ass. 248: 328-332, 1982.
- 78.- Currie, T., Carter et al Spironolacton and acute mountain sickness Med. J. Aust., 2: 168-170, 1978.
- 79.- Craig, A. B. Olympics 1968: A post mortem. Medicine and Science in Sports I, 177, 1969.
- 80.- Hurtado, A. (1964) In: Aging of the lung, P. 270.
- 81.- Davis, T.R.A. (1974). Effects of cold on animals and man progress in biometeorology I, Part IA, 215.
- 82.- Elsner, R., Nehms J. et al. Circulation of heat to the hands of arctic indians. J. Appl. Physiol. 15, 662, 1960.
- 83.- Hanna, J. A comparison of laboratory and field studies of cold responses. A.J. Physiol. of Anthropology 32, 277. 1970.
- 84.- Nair, C.; Malhotra, M. et al Heat output from the hand of men during acimatization to altitude and cold. Int. J. Biomet 17, 95 (1973).
- 85.- Roberts, J. Hock, R. Effects of altitude on brown fat and metabolism of the deer mouse, peromyscies Federation Boceed: Of Am. Soc. for Exp. Biology 28, 1065, 1969.

- 86.- Picon - Reategui, E. Basal metabolic rate and body composition at high altitude. *J. Appl. Physiol.* 16, 431, 1961.
- 87.- Pugh, L.G. 1962 Physiological and medical aspects of the Himalayan scientific and mountaineering expedition 1960-1961. *British Medical Journal*, ii, 621.
- 88.- Pugh, L.G. et al 1964. Muscular exercise at great altitudes. *Journal of Applied Physiology*, 19, 431.
- 89.- Estela, Ricardo; Ilic, Juan Pablo et al: Determinación en sangre arterial de las presiones parciales de O₂ y del PH en muestras seleccionadas de la población del Mineral El Salvador, Chile (2.416 m. de alt.). *Bol. Hosp. San Juan de Dios* 30: 183, 1983.
- 90.- PH y gases arteriales en la embarazada a 2.400 m de altura. Ilic, Juan Pablo, Castro, Rene et al. Presentado en Congreso de Anestesiología 1987, Viña del Mar.
- 91.- Sime, F., Peñaloza, D. et al 1974. Hypoxaemia, pulmonary hypertension and low cardiac output in newcomers to high altitude. *J. of Appl. Physiol.* 36, 561.
- 92.- Pugh, L.G. 1967. Athletes at altitud. *J. of Physiology*, 192, 619.
- 93.- Ward, M. 1975. Mountain medicine. A clinical study of cold and high altitude. London: Crosby Lockwood Staples.
- 94.- Vandiere, E., Crabtree et al Effect of anoxic anoxia on propulsive motility of the small intestine proceeding of the society for experimental biology and medicine. (N.Y.) 67, 331, 1948.
- 95.- Hannon, J.P. ; Klain, G. et al Nutritional aspects of high altitude exposure in women. *A.J. of Clinical Nutrition*, 29, 604, 1976.
- 96.- Marambio, Andrés. Hipotermia.
97. Hipotermia accidental. Comunicación Depto. Médico Cía. Minera Disputada de Las Condes.
- 98.- Velásquez, T. 1964. Response to physical activity during adaptation to altitude. In: *The physiological effects of high altitude*. Edited by W.H. Weibe. Oxford: Pergamon Press.
- 99.- Mc. Farland, R.A., 1972. Psychophysiological implications of life at high altitude and including the role of oxygen in the process of Aging. In: *Physiological adaptations. Desert and Mountain*, P 157. Edited by M.K. Yousef, S.M. Horvath & R.W. Bullard. New York: Academic Press.

- 100.- Cahoon, R.L. (1972). Simple decision making at high altitude. *Ergonomics*, 15, 157.
- 101.- Santolaya, R. y Cols.: E.C.G. y capacidad aeróbica en nativos residentes de altura del Altiplano chileno, como índice de aclimatación. *Rev. Med. Chile* 101: 433, 1973.
- 102.- Donoso, P.H.; Santolaya, R. y Cols.: Capacidad aeróbica como índice de adecuación física en muestra de poblaciones urbanas y nativas de altura y en un grupo de atletas de selección. *Rev. Med. Chile* 99: 719-31, 1971.
- 103.- Santolaya, R; Araya, J y cols.: Inaplicabilidad de los patrones internacionales de capacidad vital en poblaciones adultas residentes permanentes de altura en Chuquicamata. *Boletín* 1 No 2, 1988.
- 104.- Santolaya, R. y Cols.: Hematocrito, hemoglobina y presión de oxígeno arterial en 270 hombres y 266 mujeres sanas, residentes en altura (2.800 m.). *Rev. Med. Hosp. Roy Glover* 1: 17, 1981.



0006372



MUTUAL DE SEGURIDAD