



ISSN 1726-8958

REVISTA

# MEDICA

ORGANO OFICIAL DEL COLEGIO MEDICO DE LA PAZ

#### EDITORIAL INVESTIGACIÓN

- ESTUDIO ANATOMOHISTOPATOLOGICO DE FRECUENCIA E INCIDENCIA DEL CANCER DE CABEZA DE PÁNCREAS Y REGION PERIAMPULAR 1979 - 2003 INSTITUTO GASTROENTEROLOGICO BOLIVIANO JAPONES LA PAZ BOLIVIA
- VALOR DE LA BAAF EN EL DIAGNÓSTICO DE NÓDULO TIROIDEO: ESTUDIO DE CORRELACIÓN CLÍNICO / HISTOLÓGICA
- NEUMOPATIAS EN LA UNIDAD DE TERAPIA INTENSIVA DEL INSTITUTO NACIONAL DE TORAX
- EFECTIVIDAD DE LOS DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS INTRAHOSPITALARIO Instituto Nacional de Tórax
- HIPOFISECTOMIA TRANSESEFENOIDAL
- EVENTRACION POSTCOLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA EN EL SERVICIO DE CIRUGIA DEL HOSPITAL OBRERO N° 1
- DETECCIÓN DEL DÉFICIT DE AGUDEZA VISUAL EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS SIN PATOLOGÍA OCULAR APARENTE EN LA UNIDAD EDUCATIVA "DELFIN PINO ICHAZU" EL VALLE DE CONCEPCIÓN - TARIJA

#### CASOS CLINICOS

- A PROPOSITO DE 2 CASOS DE ABSCESOS DENTARIOS COMPLICADOS CON ANGINA DE LUDWIG, MEDIASTINITIS Y OTRAS COMPLICACIONES GRAVES
- VALVULOPATIA REUMÁTICA SEVERA EN ADOLESCENTES A PROPOSITO DE DOS CASOS OBSERVADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE TÓRAX LA PAZ BOLIVIA 2004.
- CASO CLÍNICO RADIOLÓGICO UNIDAD IMAGENOLÓGIA HOSPITAL DE CLINICAS 2005

#### REVISIÓN ACTUALIZACION

- IMPORTANCIA MEDICO LEGAL DEL ALCOHOL
- BOLIVIA PAIS DE ALTURA, ASPECTOS MEDICOS E INFORMACIONES PRACTICAS

#### SECCIÓN CULTURAL

- PRESENTACIÓN
- SEMBLANZA MÉDICA
- ANECDOTARIO

- REGLAMENTO INTERNO DE LA "REVISTA MÉDICA" ORGANO OFICIAL DEL COLEGIO MÉDICO DEPARTAMENTAL DE LA PAZ
- REQUISITOS PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS

Volumen 11 N° 1

Enero - Abril 2005

# BOLIVIA PAIS DE ALTURA, ASPECTOS MEDICOS E INFORMACIONES PRACTICAS

**Dr. Enrique Vargas Pacheco**

Instituto Boliviano de Biología de Altura  
Ecología y Poblaciones de Altura UMSA - La Paz

## Summary

For we professionals united in promoting good health, understanding of studies about biology and medicine at high altitude are virtually necessary. This is not just because we have a large number of people residing at high altitude (think for example of the development of El Alto in these past 20 years), but also because in the progress of our nation human migration follows economic movement and for a large percent of the population is required for their survival. Our Andean zone combines an almost indescribable passage through unique ecological and cultural conditions that promote an increasing flow of tourism, with prolonged stays in cities, the altiplano and the mountains. These visitors enter these zones in which some may be sensitive to the hypoxia of high altitude, and whose reactions lead to potentially life-threatening illnesses that require adequate medical attention on our part.

The present work describes the different mechanisms of accommodation and acclimatization to the ambient hypoxia of high altitude and the reaction known as Acute Mountain Sickness or Sorojche, along with a series of concepts about the necessity for clinical evaluation of cardiorespiratory function. We present some useful advices constituting an offer of collaboration with colleagues and other persons interested in the problem, providing those interested in the everyday, accumulated experience of the investigators at the Bolivian Institute of High Altitude Biology (IBBA) who wish to share the fruit of years of scientific work.

## Resumen

Para los profesionales que estamos ligados a la salud, el conocimiento de los estudios sobre biología y medicina de altura constituye una verdadera necesidad, no solo porque la población habitante de zonas altas es muy numerosa, basta pensar en el desarrollo de El Alto en estos últimos 20 años, sino también porque el progreso de nuestra nación tiene en las migraciones humanas un eje de su movimiento económico interno y representa, para un buen porcentaje de habitantes, un desafío obligado de supervivencia.

Nuestra zona andina combina paisajes indescriptibles, articulando condiciones ecológicas y culturales que por si solas promueven un flujo cada vez mayor de turistas, con estadías prolongadas en ciudades, el altiplano y la cordillera; visitantes entre los cuales pueden haber algunos sensibles a la hipoxia de altura, cuyas reacciones de enfermedad aguda requieren de una atención médica adecuada de nuestra parte.

El presente trabajo describe los diferentes mecanismos de acomodación y aclimatación al ambiente de hipoxia y las reacciones del Mal Agudo de Altura o Sorojche, así como una serie de conceptos sobre la necesidad de una evaluación clínico-funcional cardiorrespiratoria, así como algunos consejos útiles constituyendo una oferta de colaboración con los colegas y personas interesadas en el problema; los mismos provienen de la experiencia cotidiana de los investigadores del Instituto Boliviano de Biología de Altura quienes desean compartir su experiencia, fruto de una prolongada labor científica.

### Ecología y Poblaciones de Altura

Para los habitantes del nivel del mar o de zonas tropicales, un viaje a la altura significa una exposición a un ambiente extraño, incómodo, a veces molesto. El fenómeno físico causante de esta sensación es la disminución de la presión barométrica y por consiguiente de la presión parcial de oxígeno en aire ambiente (3). Para sus funciones normales el organismo humano requiere de oxígeno suficiente en la sangre arterial que llega a sus tejidos, y ante una deficiente oxigenación pone en marcha mecanismos de compensación fisiológica, iniciando de esta manera el proceso de aclimatación.

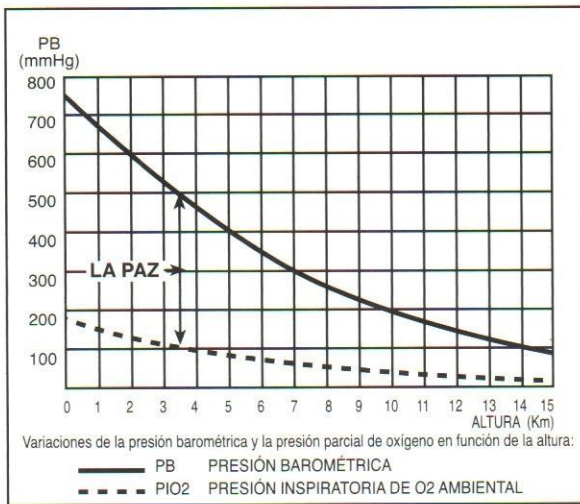


Fig 1

La mayor parte de la población boliviana vive en la zona occidental o andina, zona de altura en la que la hipoxia ambiental tiene influencia sobre la fisiología de los seres que la habitan (7), y puesto que los gradientes de altura son definitorios en el desarrollo del país, el efecto de los cambios de altura bruscos o paulatinos ("hipoxia intermitente"), a los que se encuentran expuestos una parte de los habitantes debe ser cuidadosamente estudiado. Un ejemplo constituye la situación topográfica existente entre la ciudad de El Alto, la hoyada y los alrededores de la misma, que a pesar de la apacible transición entre ambientes ecológicos vecinos, tiene marcada repercusión cuando se analizan los posibles efectos fisiológicos sobre la población que, por razones de trabajo u otras, debe efectuar una migración cotidiana entre la zona sur y El Alto es decir, a un cambio de altura de aproximadamente 1000 m., exponiendo su organismo en forma permanente a

los efectos de una hipoxia variable todos los días (8), y en algunos casos varias veces en un mismo día, como el caso de los conductores del transporte público.



(Fig. 2)

La disposición geográfica de Bolivia, enfrenta a sus habitantes a la influencia de la misma, y por la necesidad de la comunicación y el desarrollo económico del país, da lugar a una constante migración humana, tanto de zonas altas hacia el valle o trópico y viceversa dando lugar a cambios fisiológicos de aclimatación que, si bien no representan un estado de enfermedad, se pueden observar estados de reacción adversa a la hipoxia en personas particularmente sensibles cuando regresan luego de estadías más o menos prolongadas en zonas bajas, o en aquellas que ascienden o llegan a zona de altura por primera vez. En algunos casos, especialmente de personas con alguna enfermedad o muy sensibles al cambio de altura, se recomienda un ascenso progresivo, que a veces no es posible, entonces y muy especialmente en los grupos con planes organizados anteladamente (marcha a través de regiones de la cordillera o trekking, e incluso escaladas de alta montaña), es recomendable un chequeo médico antes del viaje.

### Clima

Dependiendo de las variaciones en cada estación, en La Paz y la región del altiplano el clima es agradable, paradójicamente, más aún en invierno. Durante el día la temperatura oscila entre 10 a 19 grados (hasta 25° en verano), pudiendo variar hacia caluroso cuando no hay brisa, o tornarse frío,

violentamente, cuando sopla el viento incluso en pleno sol. Los andinistas, aficionados o bien entrenados, deben informarse de las épocas más convenientes para los ascensos, y debería ser una regla que tengan el asesoramiento permanente de guías profesionales (Club Andino Boliviano o agencias especiales).

Se recomienda el uso de vestimenta adecuada para soportar temperaturas bajas, especialmente durante escaladas o paseos prolongados en los parques nacionales (Ulla-Ulla, Sajama y otros), además es conveniente usar protectores externos de la piel contra el exceso de radiación ultravioleta por exposición solar.

## Fases de Aclimatación Biológica

### Fase de Acondicionamiento Fisiológico

Se refiere a los cambios biológicos inmediatos que tienen lugar a partir de las primeras horas de estadía en altura. Las respuestas a esta exposición aguda son: un aumento rápido de la ventilación, mediante movimientos respiratorios más frecuentes (4), profundos o superficiales, hiperventilación que facilita una mayor cantidad de oxígeno a nivel alveolar que junto al aumento del trabajo cardiaco, que se acomoda a una repartición compensatoria de mayor cantidad de sangre, facilitan la llegada adecuada del oxígeno hasta las células, ambos mecanismos, nuevos en una persona recién llegada, producen esa sensación de ansiedad y "opresión en el pecho".

Luego de una corta permanencia, nuevos mecanismos entran en juego, la hipoxia arterial estimula la producción renal de eritropoyetina y poco a poco, aumenta la producción de glóbulos rojos, el organismo pasa al estado de aclimatación. A medida que el tiempo pasa, la frecuencia cardiaca y la ventilación pulmonar van alcanzando cifras menores que en las primeras horas, se produce una compensación renal de la alcalosis producida por la hiperventilación y las molestias van desapareciendo paulatinamente.

### Fase de aclimatación propiamente dicha

Se refiere al organismo expuesto al ambiente de altura por algunos días, pasadas las primeras

reacciones comienza a estabilizar su funcionamiento a expensas de una mayor producción de glóbulos rojos aumentando la capacidad del transporte y la entrega del oxígeno a las células. La estadía de una persona normal durante un mes en la ciudad de La Paz, puede dar lugar a una elevación de medio millón de glóbulos rojos, es decir de 3 a 5% del hematocrito y un aumento de 2 a 3 grs/dL en la concentración de hemoglobina. Es la llamada "poliglobulia fisiológica", respuesta que garantiza una buena aclimatación. Cuando son alcanzadas las cifras normales de la respiración, del funcionamiento cardiaco y la cantidad de glóbulos rojos, el resto de las funciones orgánicas también va logrando su equilibrio y se puede decir que el organismo del recién llegado está aclimatado.

### Adaptación Verdadera

La adaptación verdadera supone una adaptación genética adquirida por miles de generaciones en una exposición a la hipoxia de altura durante millones de años de vida.

Las investigaciones que comparan el comportamiento fisiológico de los habitantes del Himalaya (Sherpas) y de los Andes (Aymaras, Quechuas), permiten afirmar que, por su antigüedad, en los primeros existe una verdadera adaptación fisiológica a la hipoxia de altura(5). En cuanto a los pueblos originarios de América, se piensa que la mayor población migró a través del estrecho de Behring probablemente 40.000 años AC y, de acuerdo con las investigaciones arqueológicas, la diseminación de tecnologías en el continente sudamericano ya se pudo evidenciar hacia los 12.000 años AC., por lo tanto nuestras poblaciones no se encuentran "protegidas" contra las reacciones adversas que provoca la hipoxia, por ejemplo: una caminata en Chacaltaya a 5300 m.

Frente a las condiciones de hipoxia ambiental y las climáticas el organismo humano reacciona con manifestaciones funcionales que son individuales es decir, existen personas a las cuales la llegada a zonas altas no les representa problema alguno, en cambio hay otras que son conceptuadas como "hiperreactivas", en quienes desde las primeras horas sus molestias son evidentes, estas personas requieren de exámenes especiales, antes o durante su estadía en altura; en nuestro medio el Instituto

Boliviano de Biología de Altura (IBBA) es una institución de investigación científica en problemas de aclimatación a la hipoxia ambiental que brinda permanente asesoramiento en este campo.

### Mal Agudo de Altura o Sorojche

Hemos mencionado que existe una susceptibilidad individual a padecer el mal agudo de altura o soroche, por lo tanto pueden presentarse en diferentes formas y circunstancias que producen o agravan el cuadro y que están en directa relación con el conjunto de reacciones del organismo frente a la hipoxia ambiental:

- a) Sensación de ahogo o falta de aire, frecuente en personas que tienen una anormal disminución en la respuesta respiratoria a la hipoxia.
- b) Aumento del factor emocional y excesiva e inútil respiración acelerada que provoca un desequilibrio en la concentración de algunos elementos importantes, demasiada ventilación produce una eliminación innecesaria del anhídrido carbónico (alcalosis respiratoria), importante en la regulación de la circulación cerebral.

Los signos y síntomas que deben llamar la atención son: el dolor de cabeza o cefalea, que casi siempre está presente en la mayoría de las personas con mal agudo, las náuseas y la falta de apetito son también frecuentes, en casos muy raros se producen vómitos o u otros trastornos digestivos que en gran parte son debidos al cambio de alimentación.

El insomnio también es una de las molestias que a menudo observamos; el componente psicológico que lo acompaña aumenta el estado de ansiedad y temor de algunos pacientes, por el contrario suele haber somnolencia diurna en un menor porcentaje de personas.

La fatiga fácil casi es frecuente, se acompaña de una respiración superficial y anormalmente ansiosa, deben evitarse los analépticos, pues profundizan el estado de incomodidad.

Pocos casos se pueden observar leve hinchazón o edema facial, en casos muy raros se ven afectados los miembros inferiores, ellos tienen el significado de otro tipo de manifestaciones de enfermedad y

requieren una atención especializada. Las medidas preventivas y de tratamiento van también de acuerdo a la variedad individual del cuadro, en general se aconseja:

- a) Evitar enfriamiento portando vestimentas que hagan frente a los cambios bruscos de temperatura.
- b) La alimentación principal debe ser durante el día con dieta ligera, sin abusar de la grasas o del alcohol.
- c) Las personas sedentarias deben abstenerse de realizar esfuerzos físicos intensos en los primeros días de estadía.
- d) No es necesario disminuir la ingestión de líquidos, más al contrario, se requiere compensar las pérdidas por vía respiratoria (hiperventilación) y cutánea., por lo tanto se puede beber a requerimiento.

El tratamiento es sintomático, es probable que se observe un predominio de la cefalea y el malestar general, de preferencia usar aspirina, a razón de un gramo diario en dos tomas, en casos más rebeldes usar paracetamol. La sensación de náuseas puede controlarse con domperidona de 10 mg. 3 veces al día y en los casos más graves, la metoclopramida en forma inyectable.

A veces hay pacientes en los cuales el desasosiego es mayor y los signos y síntomas son más pronunciados, en ellos se debe administrar oxígeno, ya sea en forma intermitente o continua. Aunque la acetazolamida de 250 mg., constituye el tratamiento preventivo de elección, puede ser usado en pleno proceso de aclimatación, en dosis variable según los casos. Finalmente si existen síntomas de edema agudo de pulmonar de altura o de edema cerebral, que se considera una forma grave, la internación debe ser inmediata.

Numerosos estudios publicados aconsejan como medida preventiva, la administración de acetazolamida en tabletas de 250 mg, usadas en dos veces por día, 48 a 72 horas antes del viaje a la altura. Se trata de un diurético acidificante que inhibe la anhidrasa carbónica y su efecto favorable tiene relación con el restablecimiento del desequilibrio ácido básico producido por la hiperventilación; se debe prevenir un exceso en la eliminación de potasio por el riñón, cuya manifestación es una sensación desagradable de adormecimiento, especialmente en

las extremidades, a pesar del corto tiempo de administración.

Si por alguna razón se considera que el paciente esta en riesgo, por la edad o porque el mal tiende a agravarse, se debe acudir a un centro especializado; en nuestro medio el Instituto Boliviano de Biología de Altura ofrece la experiencia de muchos años de trabajo de investigación continua sobre el problema. (Edificio propio en el área del Hospital de Tórax, Tels: 2242059-64)

## **Evaluación Funcional en recién llegados a La Paz**

### **Conceptos Generales**

Bolivia, comparada con los países vecinos, es favorable en cuanto a la seguridad de las personas y, pesar de los problemas político-sociales, mantiene un flujo apreciable de turistas nacionales y extranjeros quienes viajan por el país; no solo para admirar la belleza de las montañas, de sus paisajes, de sus parajes aislados y silenciosos del altiplano, o la calidez alegre de los valles altos, sitios en los que el desarrollo insipiente de los programas turísticos lleva consigo un sabor de aventura que reconforta a la mayoría, sino también porque muchos tienen ansias de conocer la historia y costumbres de nuestras culturas ancestrales.

Los sitios más visitados son los que se encuentran a gran altura, y por esta razón es útil conocer algunos aspectos relacionados con las reacciones del organismo frente a la hipoxia y que componen el llamado Mal de Altura o Sorojche. En primer lugar es necesario fijar el objetivo de la visita, es decir la preferencia de los viajeros en cuanto a sitios turísticos, recordando que la mayoría tiene muy buena información al respecto, excepción hecha del aspecto médico que no siempre tiene una ayuda profesional especializada. Es necesario reconocer que algunos grupos que llegan anualmente, especialmente de Francia (ARPE), ya tienen un asesoramiento, y en algunos casos, evaluaciones médicas por instituciones vinculadas al turismo en Los Alpes, cuyos sitios, sin embargo, son mucho más bajos que los de la cordillera de Los Andes.

El rol del IBBA, que en la actualidad dispone de los laboratorios de exploración funcional respiratoria

más modernos del país, es el de asesorar a los grupos humanos que llegan a nuestra ciudad por diferentes motivos, facilitando, en la medida de lo posible, el bienestar de su estadía. Para un mejor servicio de evaluación funcional del periodo de aclimatación, debemos comenzar ofreciendo nuestra ayuda de acuerdo con la finalidad de su visita, es decir diferenciar entre las personas cuyo mayor interés es el conocimiento de la cultura, los grupos humanos y sus costumbres, con visitas cortas a sitios famosos, como el lago Titikaka o Tiahuanaku y aquel gran contingente de turistas de aventura que, a veces, van más allá de sus posibilidades fisiológicas, pues las económicas, en Bolivia, ellos las resuelven fácilmente.

### **Turismo Placentero o Cultural**

Dependiendo de la edad, el peso, hábitos y sobre todo de los antecedentes personales de enfermedad, se puede programar un estudio funcional elemental, que forzosamente debe comenzar con un examen clínico general a objeto de guiar mejor las pruebas. En caso de tratarse de un paciente en urgencia (Mal Agudo de Altura simple o complicado con un edema agudo pulmonar o cerebral, es absolutamente necesario planificar su internación inmediata en un servicio médico), en caso de ser un paciente con signos leves se pueden practicar exámenes funcionales, que en orden de importancia son las siguientes:

- Hemograma completo, especialmente destinado a conocer la cantidad de hemoglobina que dispone el organismo en el proceso de transporte del oxígeno por la sangre a los tejidos, será útil en los pacientes que tienen signos predominantes de insuficiencia respiratoria.
- Respuesta Ventilatoria a la Hipoxia, examen de mucha importancia en los pacientes que tienen signos y síntomas acentuados de mal agudo de altura (9), antecedentes de trastornos de la ventilación aún a nivel del mar (cansancio fácil sin causa cardiopulmonar, u otra, apneas prolongadas durante el sueño, etc.).

- Electrocardiograma, que evidencia el grado de repercusión de la hipoxia ambiental sobre el funcionamiento del corazón y el sistema vascular, muy en particular la circulación pulmonar por el hecho bien conocido del aumento de la presión arterial pulmonar (Pap), en función del grado de hipoxia ambiental (1). El ECG elemental, es recomendable en pacientes que tienen antecedentes de enfermedades cardiovasculares; el IBBA tiene opciones de proceder con otras pruebas cardiacas asegurando una evaluación cardiaca completa, mediante Ecocardiografía doppler color o la prueba de Holter por 24 hrs. Teniendo en cuenta la edad del paciente y sobre todo el criterio del especialista se puede programar una prueba de esfuerzo.
- Espirometría simple o medida de la curva Flujo-Volumen por pletismografía corporal, es un examen indicado en pacientes con antecedentes de enfermedades intra o extra-pulmonares y bronquiales que dificulten la respiración, su objeto es de estudiar las condiciones mecánicas de funcionamiento del conjunto tórax-pulmón. Su valoración es útil, si la persona tiene el hábito del tabaco y especialmente si padece de alguna enfermedad bronquial, aguda o crónica, la determinación, en este caso de la permeabilidad de los bronquios tiene la opción de valorar el efecto terapéutico de algunos medicamentos(10).
- Gasometría en sangre arterial, examen vital frente a un caso de mal agudo de altura, que cursa con signos y síntomas de mala oxigenación tisular debida a una enfermedad respiratoria o cardiaca (insuficiencia respiratoria parcial o global) o en su caso procesos de origen metabólico intercurrente por efecto de la hipoxia (acidosis o alcalosis), la ventaja de este examen es que sus resultados se obtienen inmediatamente.
- Estudio de la Compliance Toraco-Pulmonar, método cuyos valores sirven para conocer mejor la mecánica ventilatoria a través de la medida de la elasticidad del conjunto tórax-pulmón, su utilidad queda reflejada en que los valores son registrados de una manera espontánea, es decir que no depende de la habilidad para ejecutar una maniobra voluntaria por parte del paciente y se resume a un registro de la ventilación y de la presión negativa intratorácica (método del balón intraesofágico), en condiciones de reposo. Esta prueba solo será efectuada en caso de existir la sospecha de una alteración del parénquima pulmonar (fibrosis intersticial difusa, enfermedades profesionales, rigidez de la expansión costo-vertebral, etc.). Además brinda la oportunidad de medir las resistencias bronquiales durante las 2 fases del ciclo ventilatorio comparando el flujo del aire y las variaciones de la presión intrapleuraleal (6).
- Determinación de la Difusión Alveolo-capilar, es una prueba de suma importancia cuando se trata de valorar el grado de compromiso de la permeabilidad capilar en casos en los cuales existe la sospecha de un mal agudo de altura complicado con edema pulmonar, en estos casos existe un aumento del gradiente de permeabilidad de la membrana alveolo-capilar por la existencia de líquido alveolar. Es igualmente útil en aquellos casos de mala aclimatación, en los que se sospecha de alteración de la membrana A-c, de otras etiologías(11).

### Turismo de Aventura

En los casos en que las personas lleguen a nuestro medio para efectuar turismo de aventura, se supone que participarán en actividades, mayormente de grupo, en las que el esfuerzo muscular es la regla. Caminatas cortas, o marchas largas (trekking) que pueden durar entre 6 a 8 horas diarias, en terrenos accidentados por varios días, o ascensos y descensos en las montañas, se han convertido en programación casi obligada de grupos organizados previamente

Obviamente el factor edad es de suma importancia, y para todos es aconsejable una visita médica. Es sabido que muchas personas

especialmente las acostumbradas al conocimiento profano de los medicamentos, tienen una pequeña dotación de drogas esenciales: analgésicos, antidiarreicos, antipalúdicos (hay turistas que se "preparan" para partir luego hacia la región amazónica, estas últimas drogas tienen, en muchos casos, efectos adversos), etc. Un examen médico general es necesario muy especialmente de los aficionados que tienen antecedentes personales de enfermedad. Desde luego, si no existe la posibilidad de una consulta médica, por lo reducido del tiempo de estadía en la ciudad, el guía o empresa responsable debe ser lo suficientemente previsora como para indagar sobre el grado de preparación y entrenamiento de sus "clientes".

Las pruebas de exploración respiratoria y cardíaca son casi las mismas que para el grupo de turistas de tiempo libre o placentero, la diferencia estriba en que deben ser orientadas hacia un mejor conocimiento del rendimiento físico de las personas que se preparan para la excursión.

- Hemograma completo, el esfuerzo moderado o aún leve, se convierte en pesado si existe una concentración disminuida de hemoglobina por la alteración en el mecanismo de transporte del oxígeno por la sangre a los tejidos.
- Respuesta Ventilatoria a la Hipoxia, una disminución de la sensibilidad de los quimiorreceptores es un handicap verdadero para quienes deben soportar largas caminatas. En nuestra experiencia es una de las principales causas de pre-edema o edema agudo pulmonar de altura por la deficiente ventilación alveolar, la hipoxia a nivel alveolar y capilar, con la consiguiente elevación de la presión arterial pulmonar (10).
- Electrocardiograma y Prueba de ergometría, son pruebas absolutamente necesarias pues permiten una valoración del grado de acomodación del sistema cardiorrespiratorio, y muy especialmente de la circulación pulmonar a un esfuerzo en condiciones de hipoxia, su interpretación es directa y permite

evitar episodios desagradables, especialmente para los aficionados que no tienen un estado físico acorde con la exigencia del esfuerzo de caminatas prolongadas y a gran altura. El IBBA está en condiciones de ofrecer otras pruebas antes y después del esfuerzo asegurando una evaluación cardíaca completa.

- Prueba de Esfuerzo con medida del Consumo de Oxígeno, es un complemento ideal con las pruebas cardiológicas, de ejecución simple proporciona datos muy útiles para evaluar directamente: el grado de entrenamiento y de acomodación al esfuerzo en aficionados, las variables obtenidas, como en ninguna otra prueba, deben mantener una correlación lineal cuya interpretación es muy objetiva(2).
- Espirometría simple o medida de la curva Flujo-Volumen por pletismografía corporal, al estudiar las condiciones mecánicas de funcionamiento del conjunto tórax-pulmón se tiene una idea de la capacidad de la persona para soportar un esfuerzo físico y su valoración es aún más útil si la persona tiene el hábito del tabaco y especialmente si padece de alguna enfermedad bronquial, aguda o crónica. El afán de algunos aficionados de cumplir con sus metas en este tipo de turismo, hace que cumplan su cometido usando broncodilatadores por inhalación. Cabe recordar que en ocasiones raras observamos una reacción bronquial adversa o broncoespasmo al ejercicio en condiciones de hipoxia, inhalación de aire seco y frío, que merecen un mínimo de precaución.
- Determinación de la Difusión Alveolo-capilar, es una prueba que puede ser muy útil si se trata de una evaluación previa al esfuerzo en pacientes que tienen tendencia a la hipertensión arterial pulmonar por la relación estrecha entre ventilación alveolar y circulación capilar (11). En caso de decidirse



por la prueba nada mejor que ejecutarla antes y después de una prueba de esfuerzo con medida del consumo máximo o submáximo de oxígeno.

En todos los casos, es necesario tener en cuenta que la mayoría de los turistas que llegan a nuestro medio son sedentarios y no buscan batir records, mucho menos en hipoxia de altura, sin embargo, casi todos van al encuentro de emociones que brinda el ascenso a las montañas o las caminatas a través de la cordillera, teniendo un entrenamiento personal mínimo, o nulo y es a ellos que debe ir dirigida nuestra experiencia de institución creada para fomentar la investigación de los fenómenos vitales ligados a la hipoxia ambiental.

### Referencias

1. ANTEZANA G., BARRAGAN L., COUDERT J., CUDKOWICZ L., DURAND J., LOCKART A., MENSCH-DECHENE J., PAZ ZAMORA M., SPIELVOGEL H., VARGAS E., ZELTER M. 1982 The pulmonary circulation of high altitude natives. En "High Altitude Physiology and Medicine" (Topics in Environmental Physiology and Medicine), Editors W Brendel and RA Zink, 19; 142-149. Springer-Verlag New York Inc.
2. BEHN, CLAU; CAJIGAL, JORGE; ESTRADA, MANUEL; DAVILA, ELISEO; ARANEDA, OSCAR; GONZÁLES, MAX; CARRASCO, ALEJANDRO; SORIA, RUDY; ARAOZ, MAURICIO; VILLENA, MERCEDES; TÉLLEZ, WILMA; SPIELVOGEL, HILDE; VARGAS ENRIQUE; ZELEDÓN, GLORIA; SOTOMAYOR, CARLOS P. GONZÁLES, GUSTAVO 2000 Whole body anion transport alterations at high altitude extracellular ACID/BASE changes related to oxidative stress parameters in high and lowlanders climbing up to 6060 m in the Bolivian Andes. The Journal of Physiology s18: 523.
3. BERTH P. La Pression Barometrique. 1889. Edit Masson. Paris.
4. LEFRANCOIS R., VARGAS E., HELLOT M., PASQUIS P., DENIS P. 1978. Interaction of Ventilatory Stimuli at High altitude. New York Plenun Press. In: The Regulation of Respiration during Sleep and Anesthesia. Gautier H., Fitzgerald R. ed: 153-162.
5. MOORE L.G.; SHRIVER, M.; BEMIS, L.; HICKLER, B.; WILSON, M.; BRUTSAERT, T.; PARRA, E., VARGAS E. 2004. Maternal adaptation to high altitude pregnancy: an experiment of nature A review. Placenta 18 (Supl. 25): S60-S71
6. VARGAS PACHECO, E. 1973. Exploración Funcional y Mecánica Ventilatoria Gaceta del Tórax. Vol 5, No 3: 13-20 La Paz
7. VARGAS, E., VILLENA, M., CASTILLO, G., DE QUIROGA, A.M., CONTRERAS, G. 1988. Fisiología de la Adaptación Respiratoria a la Vida en Altura. Libro Bodas de Plata 1963-1988. 22-51
8. VARGAS P., ENRIQUE, VILLENA C., MERCEDES. 1993. Factores Predominantes en la Etiopatogenia de la enfermedad de Monge (EPA) en La Paz, Bolivia (3.600-4.000 m). En: "HIPOXIA - INVESTIGACIONES BASICAS Y CLINICAS" - Homenaje a Carlos Monge Cassinelli. IFEA, UPCH. 263-82
9. VARGAS PACHECO ENRIQUE .2004. Biomedicina de los Mecanismos de Aclimatación a la Altura. En: Anales de la academia Boliviana de Medicina: pp 14-23
10. VILLENA, M., VARGAS, E., 1990. Aportes de la pletismografía corporal total al estudio de la adaptación respiratoria a la vida en altura. Anuario IBBA 1989-1990. 11-28
11. VINCENT J., HELLOT MF., VARGAS E., GAUTIER H., PASQUIS P., LEFRANCOIS R. 1978. Pulmonary gas exchange, diffusing capacity in natives and newcomers at high altitude. Respiration physiology 34: 219-231