



**Situación Epidemiológica y de Salud Pública en que se encuentra la  
minería de altura en Chile**

**ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS EN LA SALUD ASOCIADOS A  
LA EXPOSICIÓN INTERMITENTE CRÓNICA A ALTURA  
GEOGRÁFICA EN MINEROS DE CHILE**

**Resumen Ejecutivo**

Estudio licitado por la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) y el Consejo Minero de Chile (CM), adjudicado por el Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Noviembre, 2013

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **Equipo de investigación**

1. Dr. Gonzalo Valdivia C.
2. Dra. Lucía Molina A.
3. Dr. Mario Maturana A.
4. Dra. Sandra Cortés A.
5. Sr. Luis Villarroel del P. (Dr. en Estadística)

### **Apoyo Técnico-Administrativo**

1. EU Srta. Marcela Araya B. (Capacitación personal de terreno).
2. Sra. Verónica Salgado G. (Asistente de Investigación).
3. Sra. Carolina Alfaro S. (Asistente de investigación).
4. Sr. Gustavo Arzola L. (Gestión de información).

### **Equipo de terreno**

1. EU Sra. Rosario Díaz A. (Coordinadora Regional)
2. EU Srta. Karen Galarce S.
3. EU Srta. Priscilla Barraza D.
4. EU Srta. Joselyn Gatica V.
5. EU Srta. María José Morales C.
6. Klgo, Sr. Rodolfo Santibáñez A.

### **Equipo clínico**

Dr. Rodrigo Iturriaga A.

Dr. Jorge Jorquera A.

Dr. Jorge Jalil M.

### **Colaboradores**

Dra. Javiera Corbalán P, Centro de Medicina Basada en Evidencia.

Ps. M.Sc. Sr. Pablo Garrido L.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **Objetivos del estudio**

El objetivo del estudio es dar respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el estado de salud general de los trabajadores que están expuestos de forma crónica e intermitente a altura, en comparación con la población general de la misma edad y sexo, y con un grupo control de trabajadores mineros no expuestos a gran altura?
2. ¿Existen patologías más prevalentes en estos trabajadores, en comparación con la población general de la misma edad y sexo?

Para poder dar respuesta a las preguntas anteriormente formuladas, se diseñó un proyecto de contiene dos sub estudios con interdependencia entre sí, a saber:

1. Sub estudio de Sistematización y Análisis de datos secundarios.
2. Sub estudio de prevalencia de algunas enfermedades y factores de riesgo de enfermedades crónicas en la población minera de Chile, que permita la comparación de ambas poblaciones de trabajadores de la Gran Minería, expuestos versus no expuestos a más de 3.000 msnm en forma crónica e intermitente por sus actividades laborales.

### **Antecedentes y metodología**

La reducida disponibilidad de información acerca de los efectos para la salud derivados de la exposición intermitente crónica a la altura geográfica en condiciones laborales fundamentaron el desarrollo de este protocolo de investigación.

Las características particulares de intermitencia a condiciones de altitud geográfica son excepcionalmente reportadas en la literatura científica disponible, la que se concentra principalmente en evidencia en torno a la exposición aguda y crónica.

Las investigaciones se concentran en estudios que utilizan reducidos tamaños muestrales, predominando los estudios descriptivos por sobre los estudios analíticos, lo que se suma al reducido o ausente control de variables confundentes relevantes en la materia.

Varios de los estudios publicados pertenecen al área de las ciencias básicas, los cuales se orientan a evaluar parámetros y efectos fisiológicos en un entorno muy controlado. Esta situación no permite trasladar necesariamente las manifestaciones observadas a las condiciones reales presente entre los trabajadores de la gran minería de nuestro país.

La revisión sistematizada de la literatura científica publicada sobre el tema, permitió identificar aquellos tópicos o condiciones de salud más relevantes a ser evaluadas en forma directa en terreno en este estudio.

La presente investigación se desarrolló mediante un diseño transversal, en una muestra conformada por 350 trabajadores de la minería en diferente condición de exposición a altitud geográfica, con fines de comparación.

Luego de levantar un exhaustivo catastro de las faenas mineras, fueron seleccionadas según criterios de inclusión y exclusión, 4 faenas mineras, dos de ellas ubicadas a altitud geográfica superior a los 3.000 msnm y dos a altitud inferior a 3.000 msnm. Los trabajadores a reclutar se seleccionaron en cantidades similares desde estas 4 faenas mineras.

Fue requisito indispensable en este estudio evaluar a una muestra de trabajadores seleccionados aleatoriamente (al azar); en una primera etapa, en base a un catastro de todas las faenas mineras y, posteriormente, la identificación del marco muestral de trabajadores propios y de empresas contratistas, de acuerdo a criterios de inclusión preestablecidos.

En esta evaluación no se consideró la conformación de una muestra en base a trabajadores voluntarios ni tampoco el uso de incentivos de ninguna naturaleza para los participantes.

El 78,6 % de los trabajadores participantes correspondió a trabajadores vinculados a las empresas y un 21,4 %, a trabajadores contratistas. La distribución según sistemas de turno fue de 49,4% de ellos adscrito a sistemas de turno 4x4 y 4x3, y 50,6% fueron trabajadores adscritos a turnos del tipo 7x7 y 10 x 10 días.

El trabajo de terreno se llevó a cabo en forma sucesiva en las 4 faenas mineras participantes entre los meses de octubre de 2012 y febrero de 2013. No hubo substitución de integrantes del equipo de trabajo de terreno durante las etapas del estudio

Se utilizaron diversos instrumentos de evaluación, contenidos todos en una encuesta - denominada genéricamente Encuesta de Minería- , la que contempló: aplicación por personal entrenado de cuestionarios, mediciones biofisiológicas (por ejemplo: presión arterial, oximetría) y mediciones antropométricas (por ejemplo: peso, talla, circunferencia de cintura); además se realizaron mediciones de laboratorio en muestras de sangre obtenidas de los participantes. Todas estas mediciones se efectuaron en forma estandarizada, previa capacitación y entrenamiento del personal de terreno.

Esta metodología se adhiere a la propuesta de la Organización Panamericana de la Salud (Método OPS/STEP), la que sugiere una aproximación secuencial a las evaluaciones en salud, con encuestas de autorreporte, mediciones objetivas y tests de laboratorio, procedimiento que permite una evaluación multidimensional del perfil de salud de una población.

Los instrumentos constitutivos de esta encuesta han sido previamente aplicados en población general chilena en importantes y recientes estudios poblacionales. A estos instrumentos se agregaron otros cuestionarios específicos para la evaluación de dimensiones de salud vinculadas con el área laboral de interés.

### **Aspectos éticos**

El protocolo de esta investigación se adhirió a principios éticos universales y fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación de la Escuela de Medicina de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Los trabajadores participantes de esta evaluación conocieron previamente el correspondiente Consentimiento Informado, otorgando su voluntad de participar mediante la firma de tal documento.

## **Desarrollo del proyecto**

La aplicación del protocolo en su fase de terreno se realizó en su totalidad en las propias faenas mineras seleccionadas, sin contemplar la participación directa en actividades sensibles de personal de salud vinculado con las empresas participantes (Encuestaje, mediciones).

El equipo de terreno estuvo conformado por profesionales de salud reclutados y entrenado *in situ*, por el equipo de investigadores; se contempló seguimiento de este equipo para efectos de control de calidad del proceso.

La totalidad de la información recogida de los trabajadores participante se ingresó computacionalmente al momento de encuestarlos y fue sometida a un proceso de verificación y control mediante un software programado *ad hoc* y por profesionales responsables. La información fue sistematizada en 3 bases de datos, las que fueron consolidadas centralizadamente en una base de datos común.

Los análisis estadísticos se efectuaron sobre la base de datos original – cruda y expandida - en la que se calcularon y aplicaron factores de expansión muestral para permitir la realización de análisis con mayor nivel de precisión y representatividad.

Las muestras de sangre obtenidas fueron trasladadas a la ciudad de Santiago por vía aérea. Su conservación, manejo preanalítico y procesamiento en el laboratorio de destino se realizó de acuerdo con un protocolo previamente diseñado, adherido a un estricto control de calidad.

## **Tasa de participación**

La tasa de participación en la encuesta fue de 94,9%, con una tasa estimada de rechazo de 5,1%, considerando los 350 trabajadores encuestados, y de 3,0%, si se contemplan los participantes encuestados más los reemplazos(243). Para la selección de cada reemplazo se utilizó la misma metodología utilizada para la selección de los participantes, asegurando que el reemplazo fuera similar al participante a reemplazar. La tasa de rechazo observada preliminarmente en el estudio piloto fue de 20%. La tasa de aceptación a la toma de muestras biológicas fue de 85,7%, teniendo la realización de hemogramas una cobertura algo inferior (79,7%), debido a la complejidad técnica inherente a la obtención de muestras en

trabajadores activos y dificultades técnicas para el traslado. Los hemogramas fueron localmente procesados por la imposibilidad técnica de ser procesados oportunamente en el laboratorio central de la Red de Salud UC.

Las tasas de participación registradas en esta investigación alcanzaron magnitudes comparables e incluso mejores a las observadas en estudios poblacionales de otra naturaleza. Se destaca la importancia de contar con estos antecedentes técnicos, relevantes para el diseño de investigaciones epidemiológicas y escasamente reportadas en las publicaciones científicas sobre el tema.

Las condiciones de salud y factores asociados evaluados en esta encuesta se presentan en la siguiente tabla:



**Tabla 1. Listado de condiciones de salud registradas y mediciones realizadas**

<b>Condiciones</b>	<b>Tipo de medición</b>		
	<b>Encuestaje</b>	<b>Test biofísico</b>	<b>Laboratorio</b>
<b>Datos Básicos, caracterización</b>	X		
<b>Presión arterial</b>	X	X	
<b>Lípidos</b>	X		X
<b>Estado nutricional</b>	X	X	
<b>Diabetes</b>	X		X
<b>Exposición a tabaco</b>	X		
<b>Consumo de alcohol</b>	X		
<b>Consumo de alimentos protectores</b>	X		
<b>Actividad física</b>	X	X	
<b>Síndrome metabólico</b>	X	X	X
<b>Daño hepático crónico</b>	X		X
<b>Riesgo cardiovascular</b>	X	X	X
<b>Enfermedad cardiovascular</b>	X		
<b>Síntomas respiratorios</b>	X		
<b>Síntomas músculo-esqueléticos</b>	X		
<b>Síntomas depresivos</b>	X		
<b>Patología tiroidea</b>	X		
<b>Visión</b>	X		
<b>Trastornos del sueño</b>	X		
<b>Daño renal crónico</b>	X		X
<b>Cáncer de mama (Mujeres)</b>	X		
<b>Cáncer cérvico-uterino (Mujeres)</b>	X		
<b>Calidad de vida relacionada con salud</b>	X		
<b>Factores organizacionales del trabajo, carga mental</b>	X		
<b>Salud sexual y reproductiva (todos)</b>	X		
<b>Problemas asociados a Altura (MAM - MCM - Somnolencia)</b>	X		X
<b>Sueño y altura</b>	X	X	X
<b>Variabilidad Cardíaca y altura</b>	X		X
<b>Oximetría Pulso</b>			X
<b>Efectos hematológicos y altura</b>	X		X
<b>Accidentabilidad laboral</b>	X		
<b>Funcion Renal</b>			X
<b>Función Hepática</b>			X
<b>Nivel Socioeconómico</b>	X		

Para los efectos de este informe, se incluyen resultados para las siguientes condiciones del listado anterior :

Hipertensión arterial, diabetes, dislipidemia, síndrome metabólico, alteraciones hematológicas, mal agudo de montaña, consumo de alcohol, exposición a tabaco, estado nutricional, síntomas depresivos, calidad de sueño (Gröningen), alteraciones del sueño, síntomas depresivos, factores organizacionales del trabajo, función renal, función hepática y variabilidad cardíaca.

### **Consideraciones generales**

- La realización de esta encuesta demuestra la factibilidad e importancia de desarrollar investigaciones de esta naturaleza, con tamaños muestrales de mayor magnitud que investigaciones realizadas previamente, y en condiciones de medición en las propias instalaciones donde se desempeñan los trabajadores.
- El protocolo de estudio, de naturaleza transversal, tiene limitaciones inherentes a estos diseños en cuanto a establecer relaciones de causalidad entre variables. No obstante, las condiciones de validez interna del protocolo permiten elaborar medidas de riesgo epidemiológico susceptibles de sugerir asociaciones relevantes, controlando el efecto de algunos factores.
- Es importante en estas exploraciones considerar la combinación de variables tradicionales con otras de la esfera psicológica y conductual, por la importancia de estas últimas variables en el diseño de intervenciones preventivas.
- Es conocido y ampliamente estudiado el hecho que los trabajadores conforman un grupo caracterizado por menores prevalencias de problemas de salud en comparación con la población general. Este fenómeno, conocido como “sesgo por trabajador sano”, tiene su origen en el Art. 186 del Código del Trabajo, el cual señala que “Para trabajar en las industrias o faenas a que se refiere el artículo anterior, los trabajadores necesitarán un certificado médico de aptitud”.
- Esto determina que en Chile sea necesario acreditar un adecuado nivel de salud por los trabajadores que se desempeñan en faenas mineras asentadas por sobre los 3.000 msnm mediante la realización de una batería de exámenes. Dicha batería es más extensa en cantidad de parámetros evaluados, como en los criterios que contraindican para otorgar “aptitud laboral”, en comparación con aquellos trabajadores que laboran en faenas

mineras bajo los 3.000 msnm.

- Lo anteriormente descrito hace necesario considerar, ya sea en el diseño de investigación como en los análisis, el control o aislamiento de una serie de variables.

### **Principales hallazgos y conclusiones**

Una visión general del grupo de trabajadores, tanto aquellos expuestos a la condición de altitud geográfica como trabajadores de la minería que se desempeñan en altitudes menores, indica que su perfil general de salud no difiere mayormente del observado en la población general chilena en cuanto a la prevalencia de factores de riesgo de enfermedades crónicas.

- Al igual que la población general chilena, la prevalencia de sobrepeso, obesidad, alteraciones de los lípidos sanguíneos y síndrome metabólico, son elevadas, lo que sugiere la presencia de factores comunes adversos (Ej. patrones alimentarios, conducta sedentaria, inactividad física), factores susceptibles de modificar mediante intervenciones preventivas.
- Se aprecia también altas prevalencias globales de factores de riesgo conductuales como ser el consumo de alcohol y de tabaco, frecuente entre los trabajadores de la minería y la población chilena en general. Derivado de las condiciones laborales propias del trabajo en altura, los fumadores en ese tipo de faenas reportan menor promedio de consumo de cigarrillos y tienen menor dependencia estimada a la nicotina.
- Hay evidencia en algunos análisis, de tendencias según subgrupos de nivel educacional y de edad, insinuándose en algunos casos gradientes en las prevalencias encontradas. Este fenómeno también se describe en estudios poblacionales previos, tanto en población general (Encuestas Nacionales de Salud 2003 y 2010 (ENS 2003, 2009-10) como en grupos específicos, como es el caso de la Encuesta Nacional de Trabajo, Salud y Calidad de Vida (ENETS 2009-10)).

## **Síntesis de principales resultados<sup>1</sup> (ver detalles en Tabla 3)**

### **Hipertensión arterial**

- La prevalencia de hipertensión arterial en trabajadores en altitud geográfica no es diferente a la observada en trabajadores que se desempeñan en faenas localizadas a altitudes inferiores, y es comparable a la observada en la población chilena.
- La prevalencia de hipertensión diastólica es estadísticamente mayor entre los trabajadores de faenas en alturas, comparada con la población no expuesta y la población general.
- Considerando las recomendaciones preventivas del Joint National Committee VI<sup>2</sup>, los valores promedio de presión arterial diastólica están por sobre el valor óptimo recomendable, pero dentro del rango normal, al analizar la totalidad de la población estudiada, siendo el promedio mayor en el grupo expuesto.
- La prevalencia de hipertensión sistólica es significativamente menor para el grupo que labora en faenas asentadas por sobre los 3.000 msnm.
- La prevalencia de tratamiento de la condición de hipertensión arterial es globalmente baja, especialmente en el grupo que labora a alturas menores (8% vs 16%). Estos valores son inferiores a lo reportado por la ENS 2009-10 (37,3% de los hipertensos chilenos son tratados farmacológicamente).
- Lo anteriormente descrito cuenta con literatura diversa, en ocasiones contrarias a los hallazgos del presente estudio. Se describe que al exponerse una persona a gran altura geográfica habría un aumento del tono simpático y de la presión arterial (1), mientras un estudio no observa cambios de la presión arterial en exposiciones agudas diarias durante un mes mediante un protocolo experimental (18). Otros estudios señalan un aumento de  $12 \pm 1$  mmHg durante la exposición de 8 días a 4.559 msnm (26) y disminución de la presión arterial diastólica (33). Se puede apreciar que las observaciones señaladas están referidas principalmente a condiciones de exposición agudas o breves a altitud geográfica.

---

<sup>1</sup> Se muestran en paréntesis las referencias atinentes incorporadas y numeradas en la Revisión sistematizada de la literatura (Página 84 a 89, sus referencias; páginas 64 a 82, sus resúmenes)

<sup>2</sup> JNC VI: establece las siguientes categorías: normal <140/90 mmHg, óptimo <120/80 mmHg, hipertensión etapa III  $\geq 180$  mmHg o  $\geq 110$  mmHg de sistólica y diastólica respectivamente

### **Sospecha de diabetes**

- No se observó mayor prevalencia de sospecha de diabetes ni de niveles mayores de insulina plasmática en trabajadores en altitud geográfica, en comparación con trabajadores de faenas de control.
- La prevalencia de sospecha de diabetes es inferior a la observada en la población general, siendo la prevalencia menor en la población expuesta a altura geográfica, sin que esta diferencia fuera estadísticamente significativa.
- Los valores promedio de glicemia determinados para la muestra completa de trabajadores son menores a los reportados en la ENS 2009-2010.
- La prevalencia de valores de niveles de glicemia e insulina plasmática por sobre el nivel normal, es menor en el grupo expuesto que en el grupo de control, aunque la diferencia no es significativa.
- Estos resultados no concuerdan con estudios que han observado aumento de los niveles plasmáticos de insulina asociados a exposición aguda a altura geográfica, reversible luego de 30 días a nivel del mar (27). Otro estudio muestra un promedio de insulinemia de 7,7 U/l luego de 2 noches a más de 4.000 msnm (41). Cabe señalar que estos estudios, de acuerdo al capítulo de revisión bibliográfica, se apoya en evidencia de baja calidad, y a partir de estudios clínicos sin asignación aleatoria.

### **Dislipidemias**

- No se observan diferencias significativas al comparar los promedios de colesterol total, triglicéridos y colesterol LDL, entre los trabajadores expuestos a altura y el grupo de control.
- Para el grupo completo de trabajadores, se observa que los valores promedio del colesterol total son superiores a 200 mg%, a 150 mg% para los triglicéridos y mayor a 130 mg% para el colesterol LDL (136,74 mg%), encontrándose todos los valores en rangos considerados como no “óptimos” en relación al valor recomendado. Estos valores son también todos superiores a lo reportado en la ENS 2009-2010.
- No se observa mayor prevalencia de hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, en el grupo que labora en altitud geográfica en comparación con el grupo de control, aun cuando los valores promedio de colesterol total y triglicéridos son mayores a los observados en la población general.

- El hallazgo de niveles promedio elevados de triglicéridos en trabajadores que laboran el altura geográfica concuerda con lo observado en otros estudios en los que se ha encontrado hipertrigliceridemia en el 60%, con un promedio de triglicéridos de 238 mg/dL. Un estudio chileno, en ambiente de hipoxia hipobárica intermitente crónica, reporta también aumento del nivel de triglicéridos (17).

### **Síndrome metabólico**

- No se observó diferencia significativa en la prevalencia de este síndrome en el grupo que labora en altitud geográfica, en relación con el grupo de control.
- Esta condición, sin embargo, muestra prevalencias globalmente mayores en ambos grupos (sin diferencias entre ellos) que la reportada en la población chilena. Los componentes de este síndrome más frecuentemente alterados en ambos grupos fueron la dislipidemias (colesterol total y triglicéridos alterados) e hipertensión arterial.
- Hay escasa literatura de referencia que estudie específicamente este síndrome en condiciones de exposición crónica e intermitente a altitud geográfica. Comparaciones realizadas entre poblaciones nativas en altura y residentes a baja altura, no reportan diferencias significativas entre las poblaciones<sup>3</sup>, concordante con los hallazgos de este estudio.

### **Cambios hematológicos**

- Concordante con lo reportado en la literatura, los parámetros de recuento de glóbulos rojos, valores de hemoglobina y hematocrito son estadísticamente más altos en los trabajadores expuestos a altitud geográfica. Lo anterior no es explicado por la edad, el nivel de instrucción de los trabajadores u otros posibles factores confundentes.
- En concordancia con la respuesta fisiológica observada ante la exposición a hipoxia y como fenómeno descrito dentro de la aclimatación a gran altura geográfica, la prevalencia de trabajadores con valores de hemoglobina superiores a 18 g/dL es mayor en los trabajadores expuestos (más de 5 veces en orden de magnitud). Estos hallazgos tienen un amplio respaldo bibliográfico (1, 8, 13, 23, 24, 41, 45), con una frecuencia de hematocrito sobre 45% y hemoglobina >14 gr% de 60% en personas expuestas a altura en forma intermitente crónica a 3.550 msnm por 12 años (17). Algunos estudios han medido un aumento de eritropoyetina, hemoglobina y recuento de glóbulos rojos secundarios a exposiciones agudas a altura geográfica en ambientes simulados (18, 20).

---

<sup>3</sup> Baracco R et al. A comparison of the prevalence of Metabolic Syndrome and Its components in High and Low altitude Populations in Peru. Spring 2007;5:55-62

### **Mal agudo de montaña**

- Su prevalencia es significativamente mayor en el grupo expuesto, en el cual solo el 28,2% no lo reporta en comparación con el 70,8% en el grupo de trabajadores que se desempeñan en alturas menores. Tanto la frecuencia como su severidad son sustancialmente mayores en prevalencia en el grupo expuesto, siendo esto independiente de la edad y el nivel de instrucción.
- Este hallazgo concuerda con lo reportado por estudios que señalan una mayor prevalencia de sintomatología de mal agudo de montaña en exposición aguda e intermitente a altura geográfica (6, 8, 9, 28) y que se correlaciona con estudios que han medido su frecuencia en 60% a 3.550 msnm (17), y 28% y 60% a 3.500 y 4.250 msnm (11).

### **Consumo de alcohol**

- El reporte de consumo de alcohol evaluado en los últimos 12 meses es similar entre ambos grupos y similar a lo reportado en la población chilena. No ocurre así en el consumo reportado en los últimos 30 y 7 últimos días, donde las prevalencias de ambos grupos son más altas que las encontradas en población general chilena.
- La frecuencia de bebedores problema (Cuestionario EBBA) es estadísticamente menor en los trabajadores que laboran en alturas superiores a los 3.000 msnm. El grupo menor de 45 años tiene mayores prevalencias que el grupo de 45 a 64 años. Las diferencias entre las prevalencias de consumo no son significativas. Llama la atención la baja prevalencia reportada en el grupo de 45 a 64 años para el consumo reportado para los últimos 30 días.
- La frecuencia de bebedores problema del grupo que trabaja en altitud geográfica es comparable a lo reportado en la población general (ENS 2009: 17,7%) y superior a lo reportado por la ENETS (4,5%).

### **Exposición a tabaco**

- No se aprecian diferencias en la prevalencia de tabaquismo actual (diario y ocasional) entre los grupos de trabajadores estudiados.
- En comparación con la población general, la prevalencia de tabaquismo en ambos grupos, es mayor (41% vs 45%), y la frecuencia de trabajadores no fumadores (abstinentes a tabaco) es inferior (37,9% vs 29,7%). El grupo expuesto a altura geográfica tiene menor promedio de consumo de cigarrillos diarios que el grupo de control, sin que la diferencia sea

estadísticamente significativa. Además, el promedio de cigarrillos/diarios consumidos es menor en los grupos de trabajadores estudiados que en la población general. El consumo acumulado de cigarrillos es sensiblemente mayor en el grupo de trabajadores mayores de 45 años, quienes tienen un consumo de paquetes-cigarrillos/ año más de tres veces mayor que los trabajadores más jóvenes. Esta medida da una idea de la exposición de vida al consumo de cigarrillos.

- El grupo expuesto tiene menores niveles de dependencia estimada a la nicotina y reporta también menor prevalencia de exposición al humo ambiental de tabaco durante los días de semana que el grupo de control. La frecuencia de exposición laboral a humo ambiental de tabaco es mayor que la reportada por la ENETS (38%) en el grupo de trabajadores de control.

### **Estado nutricional**

- No se aprecian diferencias entre los grupos de trabajadores estudiados en sus promedios de Índice de Masa Corporal, talla ni peso corporal. Si se observa, una diferencia significativa en el perímetro abdominal en la población expuesta a altura geográfica (mayor).
- En ambos grupos, la prevalencia de sobrepeso es mayor que la observada en la población chilena (54,6% expuestos, 52,6% control, 39,3% país). Estos hallazgos no concuerdan con la literatura consultada, en la cual se observa una disminución del peso corporal luego de 8 días a 4.559 msnm (promedio 2,1 kg) (7), señalando que la disminución del peso corporal ocurre en forma secundaria a la disminución del apetito y por el mayor gasto energético que ocurriría en altura geográfica (7, 14).

### **Síntomas depresivos**

- No existen diferencias significativas entre los grupos estudiados en las diversas mediciones de esta condición (cuestionario aplicado, autorreporte de diagnóstico médico, uso de tratamiento farmacológico). Por otra parte, la presencia de síntomas depresivos en ambos grupos es inferior a la reportada para la población chilena.
- Sólo estudios experimentales han observado que durante exposición aguda a más de 4.000 msnm hay alteraciones principalmente en la esfera del ánimo (29), lo cual no concuerda con lo observado en este estudio.

### **Cuestionario Calidad de sueño de Gröningen**



- Las prevalencias de sueño alterado son similares entre ambos grupos de trabajadores estudiados (24,1% vs 24,6%), sin diferencias estadísticamente significativas.
- Se dispone de insuficientes antecedentes bibliográficos que evalúe específicamente la calidad del sueño en trabajadores expuestos a altitud geográfica intermitente crónica, en base a la metodología de selección de los participantes. Un estudio, realizado en exposiciones extremas de corto tiempo, arroja puntajes promedio de la escala mayores que los encontrados en esta investigación. De igual forma, reporta frecuencias de 46% de puntajes alterados (mayores de 6), cifra superior a la encontrada en este estudio en trabajadores que se desempeñan en altitud (24,1%).<sup>4</sup>

### **Alteraciones del sueño**

- Su frecuencia no es estadísticamente distinta entre los grupos evaluados al utilizar un cuestionario general de percepción de este síntoma.
- Los resultados derivados de la aplicación del cuestionario de Epworth, instrumento de mayor sensibilidad, muestran mayor frecuencia de síntomas moderados y severos de alteraciones del sueño en el grupo expuesto a altitud geográfica, particularmente en periodos de turnos, mostrando diferencias que resultan ser estadísticamente significativas. Sin embargo, sólo un reducido número de trabajadores refiere presentar somnolencia severa.
- Estas observaciones concuerdan con la literatura consultada en la cual las alteraciones del sueño, incluidas la calidad del sueño y posterior somnolencia diurna, se han considerado un problema entre las personas que se exponen a grandes alturas tanto en forma aguda, crónica e intermitente crónica (1, 4, 6, 15), siendo cuantificado en 66% mediante la aplicación de encuesta Lake Louise a 3.550 msnm (17).

### **Función Renal**

- Se observó una diferencia significativa entre la frecuencia de valores alterados de creatinina plasmática en el grupo expuesto (11,5% versus 0,5%; valor  $p < 0,0001$ ), lo que origina una chance (Odds Ratio (OR)) de presentar un valor elevado de 1,26 veces (95% IC: 1,18 – 1,34) en el grupo expuesto respecto del grupo utilizado de control. Dicha relación se pierde al ajustar por sexo, edad, nivel de instrucción y exposición de vida a altitud geográfica.

---

<sup>4</sup> Jafarian S et al. High-Altitude sleep disturbance: results of the Gröningen Sleep Quality Questionnaire Survey. Sleep Medicines 23008;9:446-49

- Por otra parte, se observaron tasas promedio de filtración glomerular estadísticamente menores en el grupo de trabajadores de altitud que en el grupo de control (89,11 vs 95,61 ml/min ( $p = 0,008$ ), respectivamente), aun cuando de acuerdo con el punto de corte para identificar función renal disminuida ( $< 60$  ml/min), solo un trabajador tuvo dicha condición, con un valor límite de 59 ml/min, cuyo lugar de trabajo corresponde a una faena ubicada en baja altura.
- Con todo, la consistencia de hallazgos de creatinina y de filtración glomerular sugiere adjudicarle valor a la diferencia cruda observada en valores de creatinina plasmática. Estos hallazgos son concordantes con los fenómenos fisiológicos descritos y conocidos en exposición a altitud geográfica, aun cuando la condiciones de estudio no son enteramente similares (26).

### **Función hepática**

- Las determinaciones de la enzima Gamaglutamil transpeptidasa (GGT) en la muestra completa de trabajadores se sitúa cercanamente al valor utilizado como punto de corte de este analito de laboratorio. Cabe señalar que esta determinación se asocia adecuadamente con la ingesta de alcohol, pudiendo también modificarse por factores hepáticos y extrahepáticos. A su vez, el valor promedio de la enzima Transaminasa oxaloacética (SGOT o AST) es inferior al valor de referencia utilizado.
- Los trabajadores de altitud tienen un nivel promedio de GGT estadísticamente mayor que el encontrado en el grupo de control ( 52,7 U/L vs 36,7 U/L,  $p= 0,002$ ), mientras los valores promedio de SGOT no mostraron diferencias significativas.
- La prevalencia de valores alterados de las enzimas hepáticas no mostró diferencias significativas entre trabajadores de altitud vs los de referencia (10,9% vs 7,6% ,  $p= 0,38$  para SGOT y 29,2% y 21,4% ,  $p=0,24$ , para GGT respectivamente). La prevalencia global de valores alterados para ambos grupos fue de 27,7% (GGT) y de 10,2% (SGOT).
- Si bien, como se señaló, la prevalencia de valores alterados no mostró diferencias significativas, los resultados obtenidos para los niveles de GGT son relevantes desde el punto de vista fisiológico y han sido escasamente descritos en la literatura. Ellos parecen no ser explicados por el consumo de alcohol (no obstante la limitación de los instrumentos que evalúan su consumo, cabe recordar la existencia de reglamentación estricta sobre el consumo de alcohol en faenas mineras).

### **Subestudio de la variabilidad de la frecuencia cardíaca**

El análisis de la variabilidad cardíaca indica que los mineros de altura presentan índices LF/HF (LF: Baja Potencia : HF: Alta Frecuencia) más bajos que los controles de faenas más bajas, sugiriendo un predominio del tono del sistema parasimpático sobre el simpático en el control del ritmo cardíaco. Este fenómeno ocurre junto a frecuencia cardíaca y presiones arteriales sistólicas más bajas en relación a los trabajadores de faenas de control, que podría ser el resultado de procesos de aclimatización cardiovascular.

Sin embargo, los trabajadores de faenas en altura geográfica muestran niveles de hemoglobina y hematocrito altos, esperables para poblaciones de origen andinas, adaptadas a la hipoxia de altura.

**Tabla 2. Resumen promedio de variables para muestra total.**

Variable	N	Estimación	IC 95%
Presión Arterial Sistólica	343	127,4	125,7 - 129,3
Presión Arterial Diastólica	343	82,6	81,2 - 84,1
Frecuencia de pulso (Lat.por minuto)	343	74,6	72,7 - 76,5
Pulso	343	74,9	73,7 - 76,1
Frec. Respiratoria	343	19,5	18,5 - 20,5
Saturación O2	343	95,9	95,6 - 96,2
Peso (kg)	337	82,6	80,7 - 84,4
Talla (cms)	339	171,6	170,7 - 172,9
IMC	337	28,0	27,4 - 28,4
Perímetro cintura	340	96,4	95,0 - 97,8
Glicemia Ayuno	298	89,2	87,7 - 90,8
Insulinemia Ayuno	291	11,7	10,3 - 13,2
Colesterol Total	295	211,6	205,2 - 218,1
Triglicéridos	295	171,1	157,4 - 184,8
Colesterol LDL	295	136,7	130,8 - 142,7
Colesterol HDL	295	40,9	39,3 - 42,5
GGT	228	50,1	41,4 - 58,8
SGOT	228	25,5	23,7 - 27,2
Creatininemia	298	1,022	0,978 - 1,026
Nº cigarrillos/día	102	5,9	4,8 - 7,1
Hematíes (mill/mm3)	282	5,4	3,70 - 7,06
Hemoglobina (g/dL)	282	16,4	12,1- 21,2
Hematocrito (%)	282	48,6	35,5 - 64,0
VCM (fL)	282	88,8	76,8 - 104,9
HCM (pg)	282	30,1	26,0 - 35,9
CHCM (%)	282	33,9	30,8 - 36,3
Leucocitos (xmm3)	282	6.900	3.500 - 17.700
Plaquetas (xmm3)	235	252.000	104.003 - 430.000
VHS	234	5,3	1,0- 30,0

Se muestran promedios (intervalo 95% de confianza).

**Tabla 3. Resumen promedio de variables, según condición expuesto y no expuesto a altitud geográfica.**

Variable	Expuestos			Controles		
	N	Estimación	IC 95%	N	Estimación	IC 95%
Presión Arterial Sistólica	160	126,9	124,9 - 128,9	183	130,5	127,2 - 133,8
Presión Arterial Diastólica	160	83,1	81,5 - 84,7	183	79,9	77,5 - 82,3
Pulso	160	75,7	73,8 - 77,6	183	74,2	72,7 - 75,8
Frec. Respiratoria	160	18,4	17,9 - 18,9	183	20,5	18,7 - 22,2
Saturación O2	160	93,7	93,3 - 94,2	183	97,8	97,7 - 97,9
Peso (kg)	158	81,8	80,0 - 83,6	181	83,4	81,5 - 85,3
Talla (cms)	159	172,0	170,9 - 173,1	183	171,3	170,4 - 172,3
IMC	158	27,6	27,1 - 28,1	181	28,4	27,8 - 28,9
Perímetro cintura	157	95,9	94,4 - 97,5	183	98,9	95,9 - 101,9
Glicemia Ayuno	121	88,7	86,9 - 90,5	177	91,41	88,5 - 94,3
Insulinemia Ayuno	117	11,1	9,6 - 12,6	174	14,3	10,4 - 18,2
Colesterol Total	119	213,2	205,4 - 221,0	176	205,1	197,7 - 212,6
Triglicéridos	119	168,3	151,9 - 184,6	176	182,7	164,5 - 201,0
Colesterol LDL	119	139,3	132,0 - 146,6	176	126,3	120,4 - 132,1
Colesterol HDL	119	40,6	38,6 - 42,5	176	42,3	40,4 - 44,3
GGT	121	52,7	43,7 - 61,6	177	36,7	32,3 - 41,1
SGOT	121	25,5	23,6 - 27,4	177	25,6	23,7 - 27,4
Creatininemia	121	1,02	0,99 - 1,05	177	0,94	0,91 - 0,96
Nº cigarrillos/día	41	5,9	4,5 - 7,2	61	6,45	5,3 - 7,6
Hematíes (mill/mm3)	118	5,8	4,5 - 7,06	164	5,26	3,7 - 6,2
Hemoglobina (g/dL)	118	17,4	14,5 - 21,2	164	15,7	12,1 - 18,4
Hematocrito (%)	118	52,5	42,8 - 64,0	164	45,8	35,5 - 53,9
VCM (fL)	118	91,2	78,9 - 104,9	164	87,1	76,8 - 95,9
HCM (pg)	118	30,3	26,3 - 35,9	164	29,9	26,0 - 33,0
CHCM (%)	118	33,2	30,8 - 36,3	164	34,3	32,2 - 36,1
Leucocitos (xmm3)	118	6.585	3.500 - 17.700	164	7.198	3.600 - 12.500
Plaquetas (xmm3)	71	256.720	104.000 - 410.000	164	250.730	136.000 - 430.000

Se muestran promedios (intervalo 95% de confianza).