

Artículo Original / Original Article

Estado nutricional, composición corporal e indicadores antropométricos de trabajadores mineros expuestos a hipoxia hipobárica crónica e intermitente a una altitud moderada (0-2500 msnm)

Nutritional status, body composition and anthropometric indicators of miners exposed to intermittent chronic hypobaric hypoxia at moderate altitude (0-2500 m)

RESUMEN

Introducción. En Chile, los trabajadores mineros están expuestos a condiciones laborales y ambientales particulares. Sin embargo, la normativa actual no considera estas condicionantes para evaluar el estado nutricional y riesgo cardiovascular de esta población. **Objetivo.** Describir indicadores antropométricos de trabajadores mineros de la Región de Coquimbo, expuestos a un ambiente hipóxico hipobárico de manera crónica intermitente a una altitud moderada entre 0 a 2500 m. **Metodología.** Se evaluaron 221 trabajadores a 0 m, 1600 m, y 2500 m. Se les midió peso, talla, pliegues cutáneos, perímetros de cintura y cuello. Con estas mediciones se determinó estado nutricional, composición corporal e indicadores antropométricos relacionados con riesgo cardiovascular. **Resultados.** Los indicadores presentaron valores promedios superiores a la media nacional. Más aún, al separar los resultados por cota altitudinal, estos valores presentan un aumento a mayor altitud. **Conclusión.** Este estudio mostró una alteración en los indicadores antropométricos, estado nutricional y composición corporal, con la altitud. Futuros estudios con un mayor tamaño muestral son necesarios para clarificar estos hallazgos.

Palabras clave: Hipoxia hipobárica crónica intermitente; Trabajador minero; Estado nutricional; Composición corporal; Indicadores antropométricos.

ABSTRACT

Introduction. In Chile, miners are exposed to specific labor and environmental conditions. However, current regulations do not consider these conditions in the assessment of nutritional status and cardiovascular risk of this population. **Objective.** To describe anthropometric indicators of miners in the Coquimbo Region who are exposed to chronic intermittent hypobaric hypoxia at moderate altitudes (between 0 and 2500 m). **Methodology.** We evaluated 221 workers at 0 m, 1600 m, and 2500 m. We measured weight, height, skin fold, waist and neck circumference. With these measurements, we determined nutritional status, body composition and anthropometric indicators related to cardiovascular risk. **Results.** The assessed indicators showed average values

Andrés Pedreros ^{L1}, Rodrigo Calderón ^{J2-3}, Fernando Moraga ^{C3}.

1. Carrera Nutrición y Dietética. Departamento de Ciencias Biomédicas. Facultad de Medicina Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.

2. Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Santo Tomás, Sede La Serena, Chile

3. Laboratorio de Fisiología, Hipoxia y Función Vascular. Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina, Universidad Católica del Norte. Coquimbo, Chile.

Dirigir correspondencia a: Fernando Moraga C.
Laboratorio de Fisiología, Hipoxia y Función Vascular.
Departamento de Ciencias Biomédicas, Facultad de Medicina.
Campus Guayacán. Universidad Católica del Norte.
Larrondo 1281, Coquimbo. Chile.
Universidad Católica del Norte, Chile.
E-mail: fmoraga@ucn.cl

Este trabajo fue recibido el 14 de junio de 2017.
Aceptado con modificaciones: 16 de enero de 2018.
Aceptado para ser publicado: 20 de febrero de 2018.

higher than national ones. Furthermore, values increased by altitude. **Conclusion.** This study showed an alteration with the altitude in the anthropometric indicators, nutritional condition and body composition. Further studies with a high sample size are necessary to clarify these findings. **Keywords:** Chronic intermittent hypobaric hypoxia; Mine workers; Nutritional status; Body composition; Anthropometric indicators.

INTRODUCCIÓN

En Chile, la mayoría de la población que habita a grandes alturas son trabajadores relacionados con la minería, específicamente en yacimientos que se encuentran ubicados geográficamente en altitudes superiores a los 3.500 m. En

el año 1995 existían alrededor de 20.000 trabajadores en esta condición, cifra que se proyecta aumente a 120.000 en el año 2020¹. Dada esta realidad, la población que trabaja en altitud, ya sea en empresas relacionadas con la minería, u otras como por ejemplo puestos fronterizos, se encuentran sometidas a un ambiente hipóxico hipobárico, siendo esta una condición ambiental caracterizada por la baja presión parcial de oxígeno en el aire inspirado, como resultado de una menor presión barométrica, la cual disminuye a medida que se asciende a la altura geográfica determinada desde el nivel del mar². Además de esta condición ambiental, se debe considerar que los sistemas de turnos de trabajo de empresas mineras, se caracterizan por días de faena en altitud, seguidos de días de descanso, generalmente a una menor altitud, o a nivel de mar. Dentro de este sistema laboral, los turnos más comunes son los turnos de 7x7 o 4x3. Cuando este tipo de sistema laboral y exposición ambiental ocurre en un periodo intermitente, se habla de un modelo de exposición a un ambiente hipóxico hipobárico crónico e intermitente (HHCI), el cual es conocido como "El modelo chileno"^{2,3,4,5,6}. Este tipo de exposición ocasiona una serie de cambios fisiológicos en el ser humano, los que pueden desencadenar trastornos a corto y largo plazo en altitudes por sobre los 3500 m^{7,8}. Estas, se pueden manifestar como cefaleas, alteraciones en la calidad del sueño, mal agudo de montaña, alteraciones neurológicas, cardiopulmonares, entre otras. Por otro lado, estudios reportan que en altitudes superiores a los 4000 m, aumentan los riesgos para los trabajadores con diagnóstico de hipertensión arterial, obesidad mórbida u otros factores de riesgo cardiovascular⁹. A pesar de esto, existe escasa evidencia respecto a las complicaciones del modelo de HHCI a gran altura en Chile^{5,9,10,11}.

Sumado a esto, las normativas ministeriales que se utilizan en Chile para identificar el estado nutricional no consideran la composición corporal, como tampoco la exposición a HHCI para el diagnóstico del riesgo cardiovascular de la población¹². Por estas razones, surge la necesidad de levantar indicadores antropométricos en base al estudio del estado nutricional y composición corporal, que den luces, respecto al riesgo cardiovascular de trabajadores minero expuestos a este modelo de HHCI a una altitud moderada.

Dentro de los indicadores antropométricos que se consideraron para este estudio, se utilizó el índice de masa corporal, el cual es ampliamente utilizado y recomendado por la Organización Mundial de la Salud para clasificar el sobre peso y la obesidad en la población¹³. Además, se consideraron otros indicadores, como el índice cintura/talla, debido a que la acumulación de grasa abdominal e intra abdominal presentan una mejor relación con riesgo cardiovascular¹⁴. Incluso el índice cintura/talla presenta una fuerte asociación con enfermedades crónicas^{13,14}. Otro indicador utilizado es el perímetro de cuello, el cual ha surgido como un método de bajo costo, fiable, no invasivo, fácil de reproducir y eficiente para la identificación de obesidad y riesgo cardiovascular en niños, adolescentes y

adultos, para quienes incluso se han propuesto puntos de corte^{15,16,17,18}. Es más, estudios recientes proponen utilizar el indicador cuello/talla, como una forma de corregir la influencia de la estatura entre sujetos, para el diagnóstico de riesgo cardiovascular¹⁹.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es describir indicadores antropométricos de trabajadores mineros de la Región de Coquimbo, que se encuentran expuestos a un ambiente hipóxico hipobárico de manera crónica intermitente con un turno 7x7 a una altitud moderada de 0 a 2500 m.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de corte transversal y alcance descriptivo, a 221 trabajadores de género masculino, con experiencia laboral de más de 3 años en el modelo de HHCI, perteneciente a una minera de la Región de Coquimbo, Chile. Los sujetos se encontraban distribuidos laboralmente en 3 cotas altitudinales: 0 m (N= 67), 1600 m (N= 80) y 2500 m (N= 74), tal como se indica en la tabla 1. El sistema de turno de los sujetos evaluados considera 7 días de faena diurna, seguidos de 7 días de descanso (turno 7x7). Las evaluaciones fueron realizadas en los puestos de trabajo de cada sujeto en las altitudes indicadas, desde el tercer día de haber ingresado al turno diurno.

Las mediciones antropométricas realizadas fueron: Peso (Kg), el cual se midió con una balanza mecánica, con una precisión de 0,1 Kg (seca modelo 767), talla (m) con un tallímetro, con una precisión 0,1 cm (seca modelo 217), para la circunferencia de cintura (cm) y cuello (cm), se utilizó una cinta métrica metálica inextensible (Rosscraft), para la medición de pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco), se utilizó un plicómetro metálico, con una precisión de 1 mm (Lange). Todas las mediciones fueron aplicadas por los mismos antropometristas en cada cota altitudinal, quienes son certificados por la Asociación Internacional para el Avance de la Kine Antropometría (ISAK)^{17,20,21,22,23}. Con esta batería de mediciones se determinó el estado nutricional global de cada trabajador mediante la estimación del índice de masa corporal (IMC= Kg/m²), porcentaje de tejido adiposo mediante la fórmula de Durnin²² y su clasificación según Bray²⁰, riesgo cardiovascular por medio del índice cintura talla (IC/T) y el índice cuello/talla. Se consideraron los siguientes parámetros de normalidad para cada una de estas mediciones:

Para IMC: Bajo peso: Menor a 18,5 Kg/m², Normopeso: Entre 18,5 a 24,9 Kg/m², Sobrepeso: Entre 24,9 a 29,9 Kg/m², Obesidad: Mayor a 30 Kg/m²(21). Estado nutricional según porcentaje de tejido adiposo para varones; Normal: Entre 12 a 20%, Límite o Sobrepeso: Entre 20,1 a 24,9% y Obesidad: \geq a 25%²⁰. Riesgo cardiovascular, obesidad abdominal según circunferencia de cintura: > 90 cm²⁴. Riesgo cardiovascular según índice cintura/talla: Sin riesgo: $< 0,5$; Con riesgo: $> 0,5$ ²⁵. Para perímetro de cuello se consideró como normal una medición menor a 38 cm²⁶, y para el indicador cuello/talla se consideró adecuado un valor $< 21,17$ cm/m¹⁹.

Este estudio contó con la aprobación del comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica del Norte, sede Coquimbo y el Servicio de Salud de Coquimbo.

Análisis de resultados

Los resultados fueron expresados en promedio \pm desviación estándar. Las diferencias entre las medias de cada cota altitudinal fueron analizadas mediante ANOVA de una vía y seguidos por test de Newman-Keuls. Se consideraron diferencias significativas cuando el valor de $p < 0,05$ (Prism 5.0, Graph-Pad).

RESULTADOS

En la tabla 1 se indican los valores absolutos de las mediciones antropométricas realizadas a los trabajadores, los cuales no presentan una correlación aparente con la altitud. Excepto la sumatoria de los 4 pliegues, medición que presentó diferencias significativas entre el grupo 0 m con los grupos 1600 m y 2500 m respectivamente ($p < 0,05$). Al expresar estos resultados como porcentaje de tejido adiposo (Tabla 2), se observa que el valor promedio es de un 26,6% en total de la muestra, sin diferencias estadísticas entre los grupos. A pesar de ello, la prevalencia de trabajadores con un porcentaje de tejido adiposo clasificados como obesos, de acuerdo al criterio de clasificación utilizado en este estudio (Tejido adiposo: $> 25\%$), indica que a nivel de mar un 63% de los trabajadores presentan esta condición, mientras que un 78% y un 64% presenta obesidad a 1600 m y 2500 m respectivamente (Figura 1).

Respecto a los otros indicadores antropométricos que se indican en la tabla 2, se observa que el valor promedio del IMC no presentó relación con la altura. Sin embargo, al expresar estos resultados como prevalencia de mal

nutrición por exceso, ya sea sobrepeso u obesidad, se observó que el 80,3% de la población estudiada presentó esta condición. Más aún, al desglosar los resultados por cota altitudinal, podemos observar que esta fue de un 77,2% a nivel del mar, de un 78,7% a 1600 m, y de un 85% a 2500 m (Figura 2).

En relación al valor promedio de la medición de circunferencia de cintura, esta no presentó una relación con la altitud (Tabla 1). Sin embargo, al corregir este parámetro por el índice cintura/talla, se observaron diferencias significativas entre los grupos de menor y mayor altitud ($p < 0,05$ entre el grupo 0 m y 2500 m), como se indica en la tabla 2. Respecto a la clasificación de obesidad abdominal según la circunferencia de cintura, el 74,2% de la muestra presentó esta condición. Respecto a las 3 cotas altitud, la prevalencia de obesidad abdominal fue de 77,9%, 71,7%, 73,9% respectivamente (Figura 3).

El indicador perímetro de cuello tuvo un valor promedio de $39,6 \pm 2,5$ cm en el total de la muestra, sin mostrar una relación con la altitud. Sin embargo, al comparar estos valores con los puntos de corte de referencias internacionales, el 94,1% de los trabajadores estudiados se encuentran por sobre lo esperado para este indicador. Más aún, al separarlos por cota altitudinal, se observó que el 93,1%, 94,8% y 94,5% presentaron valores superiores a lo esperado respectivamente.

Respecto al indicador cuello/Talla, se observó que el valor promedio de la muestra es de $23,2 \pm 1,46$ cm/m, sin presentar diferencias estadísticas por cota altitudinal. Sin embargo, un 94,2% de la muestra presenta un valor superior a los puntos de corte propuestos. Las prevalencias de por cota altitudinal son 93,1%, 84,9% y 94,5% respectivamente (Figura 4).

Tabla 1. Valores absolutos de mediciones antropométricas al total de la muestra, y sub clasificadas por altitud.

Mediciones	Total	Altitud			p <0,05
		0 m	1600 m	2500 m	
N	221	67	80	74	
Edad (años)	38 \pm 10	42 \pm 10	37 \pm 9	37 \pm 9	
Talla (m)	1,71 \pm 0,1	1,71 \pm 0,1	1,73 \pm 0,1	1,70 0,1	*
Circunferencia de cintura (cm)	95,20 \pm 90	95,4 \pm 9,3	95,7 \pm 9,6	94,4 \pm 8,3	
Perímetro de cuello (cm)	39,6 \pm 2,5	39,5 \pm 2,8	39,8 \pm 2,4	39,6 \pm 2,5	
Sumatoria de 4 pliegues (mm)	73,6 \pm 21,3	68,8 \pm 19,4	78,5 \pm 23,8	72,6 \pm 19,3	**

(*) DS $p < 0,05$ En la medición talla, entre los trabajadores de 1600 m v/s 2500 m.

(**) DS $p < 0.05$ En la medición sumatoria de 4 pliegues, entre los trabajadores 0 m v/s 1600 m, y 0 m y 2500 m respectivamente.

Tabla 2. Valores de indicadores antropométricos del total de la muestra y sub clasificadas por altitud.

Indicadores	Total	Altitud			p <0,05
		0 m	1600 m	2500 m	
IMC (Kg/m ²)	27,7±3,2	27,3±3,6	27,7±3,1	27,9±3,1	
Índice cintura / Talla	0,53±0,1	0,49±0,2	0,54±0,1	0,55±0,1	*
Índice cuello/Talla (cm/m)	23,2±1,4	23,2±1,5	23,1±1,4	23,3 ±1,5	
Tejido adiposo (%)	26,6±4,3	25,5±4,7	27,7±4,0	26,4±4,0	

(*)DS p<0,05 en la medición índice cintura/talla, entre los trabajadores 0 m v/s 2500 m.

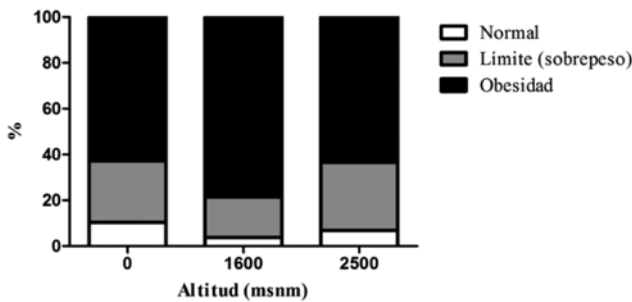


Figura 1. Prevalencia de obesidad según % de tejido adiposo por altitud.

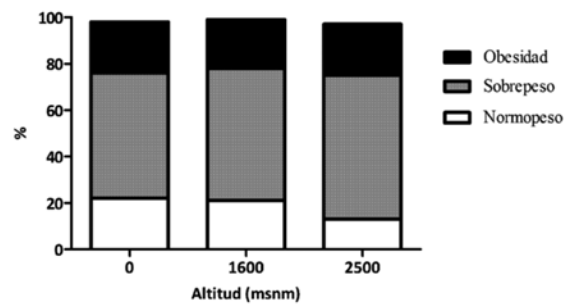


Figura 2. Prevalencia de mal nutrición por exceso de trabajadores según índice de masa corporal por altitud.

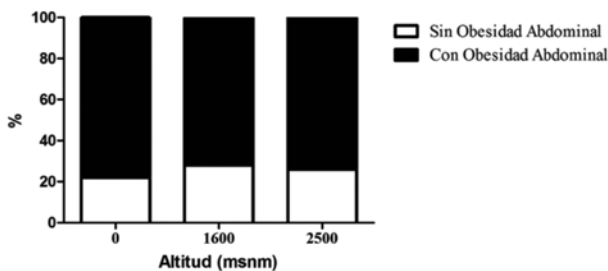


Figura 3. Prevalencia de obesidad abdominal de trabajadores según perímetro de cintura por altitud.

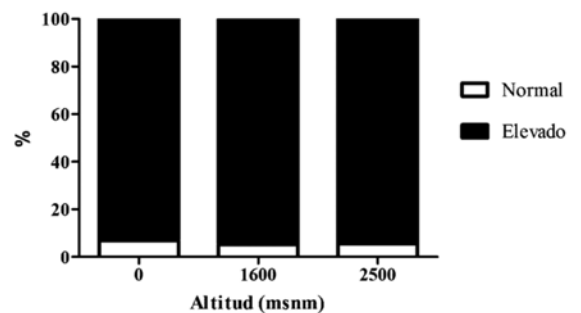


Figura 4. Prevalencia de trabajadores con indicador cuello/talla elevado por altitud.

DISCUSIÓN

Nuestro estudio demuestra que el perfil antropométrico relacionado con el estado nutricional, composición corporal e indicadores antropométricos en los trabajadores mineros evaluados, es mayor al promedio nacional. Es más, a pesar de que las mediciones solo se realizaron hasta una altitud moderada, la mayoría de estos indicadores

presentan una tendencia al alza mientras la ubicación geográfica de los puestos de trabajo fue mayor. Al analizar en detalle cada uno de estas mediciones y/o indicadores, podemos observar que la prevalencia de sobrepeso y obesidad fue de un 58,3% y 22.6% respectivamente, las cuales son mayores a las documentados por la encuesta nacional de Salud del año 2010, en donde se observó

una prevalencia de un 45% para sobrepeso y de un 20,5% de obesidad²⁷. Esta misma situación ocurre con los resultados de la circunferencia de cintura (CC), los que son superiores al promedio de la población chilena, según la encuesta nacional de Salud del 2010²⁷. Respecto a los indicadores índice cintura/talla, porcentaje de tejido adiposo e índice cintura/cuello, no existen parámetros de referencia a nivel nacional, y menos en una población similar a la de este estudio. Esta situación da cuenta de la necesidad de generar puntos de corte para la población Chilena, debido a la alta proporción de trabajadores que presentaron mediciones por sobre los puntos de corte propuestos en estudios con población similar^{19,26}.

A pesar de estos hallazgos, la información antropométrica recolectada en nuestro estudio es opuesta a lo citado en la literatura, en donde se expone que la exposición a la altitud bajo un modelo de exposición aguda genera una baja de peso, debido a un balance energético negativo, producto principalmente al aumento de la tasa metabólica basal, y la supresión del apetito⁸. Es más, estudios han demostrado que la permanencia en un ambiente hipóxico hipobárico podría incluso ser utilizado como tratamiento para la obesidad, debido a los motivos antes señalados^{8,28}.

Sabemos que la explicación a los resultados descritos, son la consecuencia a estilos de vida en donde, desde un punto de vista bioenergético, ha existido durante un tiempo prolongado un balance energético positivo, en donde, ciertamente el valor calórico de la ingesta, sobrepasa al gasto⁷. Esta realidad se podría explicar, en parte, por aspectos culturales, en donde la estructura organizacional, y específicamente la cultura alimentaria del trabajador minero implica creencias, costumbres y hábitos muy arraigados, tanto a nivel institucional como personal²⁹. Esto genera, que la oferta alimentaria que disponen los trabajadores en sus días de faena se caractericen por alimentos densos energéticamente, ricos en azúcares simples, sodio, colesterol, ácidos grasos saturados y bajo contenido de fibra. Esto sumado a los desórdenes alimentarios que ocurren en los días de descanso podría agravar este perfil.

En un estudio publicado en Chile en el año 2013 en trabajadores mineros con factores de riesgo cardiovascular, se demuestra que la ingesta energética diaria que un trabajador podría optar, alcanzaría las 6.378 calorías diarias, valor que está muy por sobre las 2.400 calorías diarias que se estimaron como ideales en el estudio. Según la misma investigación, el aporte energético diario proviene de alimentos poco saludables, específicamente colaciones a base de bebidas azucaradas, té o café a disposición con azúcar o endulzante, sándwich, galletas, y postres que podían ser incluso intercambiables por chocolate²⁹. Esta situación no es reciente, ya que esta evidencia ha sido descrita en forma temprana en la literatura, la cual daba cuenta que la ingesta energética podía alcanzar valores similares a los indicados en estudios recientes³⁰.

CONCLUSIÓN

Este estudio permite establecer una relación entre el estado nutricional, composición corporal e indicadores antropométricos con la permanencia en una altitud moderada por motivos laborales. Si bien se requiere de futuras investigaciones con un mayor tamaño muestral para clarificar estos hallazgos, los resultados descritos, en el presente estudio, muestran que los trabajadores mineros estudiados presentan una alta prevalencia de mal nutrición por exceso, un exceso de tejido adiposo e indicadores antropométricos alterados, los cuales sugieren fuertemente un aumento de los factores de riesgo cardiovascular por sobre el promedio de la población chilena. Es más, la mayoría de estos indicadores antropométricos empeoran conforme aumenta la altitud. Por lo que la exposición a un ambiente hipóxico-hipobárico de manera crónica e intermitente a una altura moderada, podría influir en un deterioro en el estado nutricional, composición corporal e indicadores antropométricos relacionados con riesgo cardiovascular de este grupo de trabajadores mineros.

Por último, este estudio pone en alerta sobre la importancia de considerar otras variables antropométricas, que amplíen el enfoque para la evaluación del estado nutricional y riesgo cardiovascular, tanto en trabajadores mineros, como no mineros expuestos a altitudes mayores.

Agradecimientos. Los resultados de este estudio, son una parte de una investigación financiado por el proyecto INNOVA CORFO 07CN13ISM-152. Los autores declaran no tener conflictos de interés.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moraga FA, Jiménez D, Richalet JP, Vargas M, Osorio J. Periodic breathing and oxygen supplementation in Chilean miners at high altitude (4200m). *Respir Physiol Neurobiol* 2014; 1(203): 109-115.
2. Fariás JC, Jimenez D, Osorio J, Zeped AB, Figueroa CA, Pulgar VM. Acclimatization to chronic intermittent hypoxia in mine workers: A challenge to mountain medicine in Chile. *Biol Res* 2013; 46(1): 59-67.
3. Jimenez D. High altitude intermitente chronic exposure: Andean miners. In *Hypoxia and the brain*. J.R. Sutton. Ed Burlington: Queen city printers, 1995.
4. Jalil, J, et al. Working at high altitude in andean miners from Chile: human adaptation to long term intermittent hypobaric hypoxia. In *Hypoxia and the brain*. J.R Sutton. Ed Burlington: Queen city printers, 1995.
5. Richalet JP, Donoso MV, Jiménez D, Antezana AM, Hudson C, Cortés G, Osorio J, León A. Chilean miners commuting from sea level to 4500 m: A prospective study. *High Alt Med Biol* 2002; 3(2): 159-166.
6. Jimenez D. Working above 3000 meters: Where mountain medicine and occupational health meet. *Rev Chil Salud Pública* 2015; 19 (2): 188-196.
7. Vearrier D, Greenberg M. Occupational health of miners at altitude: Adverse health effects, toxic exposure, pre-placement screening, acclimatization, and worker surveillance. *Clin Toxicol* 2011; 49(7): 629-640.

8. Ezenamanova MK, Kochkorova FA, Tsvinskaya TA, Vinnikov D, Aikimbaev K. Chronic intermittent high altitude exposure, occupation, and body mass index in workers of mining industry. *High Alt Med Biol* 2014; 15(3): 412-417.
9. Wu TY, Ding SQ, Lui JL, Yu MT, Jia JH, Chai ZC, Dai RC, Zhang SL, Li BY, Pan L, Liang BZ, Zhao JZ, Qi T, Sun YF, Kayser B. Who should not go high: Chronic disease and work at altitude during construction of the Qinghai-Tibet railroad. *High Alt Med Biol* 2007; 8(2): 88-107.
10. Pontificia Universidad Católica de Chile. Study on health effects associated with chronic intermittent exposure to geographic height in Chilean miners. 2013. <http://dev.consejominero.cl/wp-content/uploads/2016/03/Estudio-sobre-Trabajo-en-Altura-Intermitente-en-Miner%C3%ADa-Resumen-Ejecutivo.pdf>
11. Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile. Study of the effects of intermittent exposure to high altitude on the health of mining workers. 2015. <http://www.suseso.cl/607/w3-article-18538.html>
12. Icaza G, Núñez L, Marrugat J, Mujica V, Escobar C, Jiménez A, Perez P, Palomo I. Estimation of coronary heart disease risk in Chilean subjects based on adapted Framingham equations. *Rev Méd Chile* 2002; 137: 1273-1282.
13. Luengo LM, Urbano JM, Perez M. Validation of alternative anthropometric indexes as cardiovascular risk markers. *Endocrinol Nutr* 2009; 5(9): 439-446.
14. Correa MM, Thume E, De Oliveira ER, Tomasi E. Performance of the waist-to-height ratio in identifying obesity and predicting non - communicable diseases in the elderly population: A systematic literature review. *Arch Ferontol Geriatr* 2016; 65: 174-182.
15. Coelho HJ, Sampaio RA, Goncalvez IO, Aguiar SD, Palmeira R, Oliveira JF, Asano RY, Sampaio PY, Uchida MC. Cutoff and cardiovascular risk factors associated with neck circumference among community-dwelling elderly adults: a cross - sectional study. *Sao Paulo Med J* 2016; 134 (6): 519-527.
16. Ben-Noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factor. *Obes Res* 2003; 11(2): 226-231.
17. Ben-Noun L, Sohar E, Laor A. Neck circumference as a simple screening measure for identifying overweight and obese patients. *Obes Res* 2001; 9(8): 407-407.
18. Baena CP, Lotufo PA, Fonseca MG, Santos IS, Goulart AC, Benseñor IM. Neck circumference in independently associated with cardiometabolic risk factors: cross-sectional analysis from ELSA, Brasil. *Metab Syndr Relat Disord* 2016; 3(14): 145-153.
19. Selvan C, Dutta D, Thukral A, Nargis T, Kumar M, Mukhopadhyay S, Chowdhury S. Neck height ratio is an important predictor of metabolic syndrome among Asian Indians. *Indian J Endocrinol Metab* 2016; 6(20): 831-837.
20. Bray, G. What is the ideal body weight? *J Nutr Biochem* 1998; 9(9): 489-492.
21. MINSAL. Subsecretaría de Salud Pública. Clinical guide exam preventive medicine. Chile. Ministerio de salud: 2008. Disponible en: <http://www.minsal.cl/portal/url/item/73b3fc e9826410bae04001011f017f7b.pdf>
22. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974; 32(1): 77-96.
23. The international society for the advancement of kineanthropometry. [Online] [Cited: Octubre 10, 2015.] <http://www.isakonline.com/>.
24. MINSAL. Risk approach for the prevention of cardiovascular disease. Chile: Ministerio de Salud: 2014. http://www.redcronicas.cl/wrdprss_minsal/wp-content/uploads/2014/04/Consenso-Enfoque-de-riesgo-para-la-prevencion-de-Enfermedades-CV-2014.pdf
25. Seng Q, He Y, Dong S, Zhao X, Chen Z, Song Z, Chang G, Yang F, Wang Y. Optimal cut-off values of BMI, waist circumference and waist:height ratio for defining obesity in Chinese adults. *Br J Nutr* 2014; 112(10): 1735-1744.
26. Hingorjo MR, Zehra S, Imran E, Qureshi MA. Neck circumference: A supplemental tool for the diagnosis of metabolic syndrome. *J Park Med Assoc* 2016; 66(10): 1221-1226.
27. MINSAL. National Health Survey 200 -2010. Chile: Ministerio de Salud; 2010. <http://www.redsalud.gov.cl/portal/url/item/99C12b89738d80d5e04001011e0113f8.pdf>
28. Palmer BF, Clegg DC. Ascent to altitude as a weight loss method: the good and bad of hypoxia inducible factor activation. *Obesity* 2014; 2 (22): 311-317.
29. Caichac A, Mediano F, Blanco G, Lera L, Yañez C, Vio F, Olivares S. Food and nutrition for miners with cardiovascular risk factors, based on formative research. *Rev Chil Nutr* 2013; 40 (4): 336-342.
30. Padilla M. Regulation of the metabolism of lipids, proteins, carbohydrates and other nutrients in workers at altitude. Asociación Chilena de seguridad. Nutrition physiology and exercise at altitude. Antofagasta: Asociación Chilena de Seguridad. Universidad de Antofagasta. 1999, p. 67-80.