



REVISTA ARGENTINA DE ENDOCRINOLOGÍA Y METABOLISMO

www.elsevier.es/raem



Trabajo original

Edad como factor de riesgo para desarrollar síndrome metabólico en trabajadores mineros a gran altura[☆]



Christian R. Mejía^{a,b,*}, Dante M. Quiñones-Laveriano^{c,d}, Claudia C. Cruzalegui-Solari^c,
Isaias Arriola-Quiroz^e, Luís Perez-Perez^e y Raul Gomero^e

^a Escuela de Medicina, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas -UPC, Lima, Perú

^b Asociación Médica de Investigación y Servicios en Salud, Lima, Perú

^c Facultad de Medicina Humana, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú

^d Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú

^e Post grado en Medicina Ocupacional, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 24 de enero de 2016

Aceptado el 23 de febrero de 2016

On-line el 10 de junio de 2016

Palabras clave:

Síndrome metabólico

Salud ocupacional

Trabajadores

Estudio longitudinal

Altitud (fuente: DeCS BIREME)

R E S U M E N

Objetivo: Determinar el riesgo de adquirir síndrome metabólico (SM) según los años de edad y otros factores asociados en trabajadores de una minera de la serranía peruana.

Metodología: Estudio analítico longitudinal, de los datos obtenidos entre 2007 y 2010 en trabajadores de un campamento minero. Se consideró que los trabajadores tenían SM si cumplían los criterios de la Federación Internacional de Diabetes (diámetro de cintura ≥ 94 cm en hombres o ≥ 80 cm en mujeres, más ≥ 2 parámetros alterados: glucemia, presión arterial, colesterol HDL o triglicéridos). Se obtuvo los riesgos relativos ajustados con la regresión PA-GEE, para determinar el riesgo de adquirir el SM en el tiempo (según el año del examen médico-ocupacional).

Resultados: De las 1.198 mediciones de los trabajadores, el 93%(1109) fueron hombres, la mediana de edad fue de 33 años. El 36% (428) tuvo el parámetro de cintura alterado, y de ellos el 100% tuvo entre 2 o más parámetros adicionales alterados para el diagnóstico de SM. Al realizar la estadística multivariada, ajustada por el tiempo y el valor del índice de masa corporal, se encontró que por cada año de edad que aumentaban los trabajadores se incrementaba en un 2% (intervalo de confianza del 95%: 1-4%) el riesgo de tener SM.

Discusión: En los trabajadores evaluados, la edad fue un factor de riesgo para presentar SM; este parámetro y otros de relevancia deben ser vigilados por las empresas para generar las políticas de estilo de vida saludable, que prevengan problemas de enfermedades crónicas con potenciales repercusiones en los trabajadores, la empresa y la sociedad.

© 2016 Sociedad Argentina de Endocrinología y Metabolismo. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

[☆] Parte de los resultados preliminares de este estudio fueron presentados en el I Congreso de la SOMOMA y la II Jornada Científica Internacional de la SOPESO, Lima, Perú; en el XII Congreso Internacional de la Prevención de Riesgos Laborales, Zaragoza, España, y en el X World Congress on High Altitude Medicine and Physiology & Mountain Emergency Medicine, Bolzano, Italia.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: christian.mejia.md@gmail.com (C.R. Mejía).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.raem.2016.05.002>

0326-4610/© 2016 Sociedad Argentina de Endocrinología y Metabolismo. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

Age as a risk factor for developing metabolic syndrome in mine workers at high altitude

A B S T R A C T

Keywords:

Metabolic syndrome
Occupational health
Workers
Longitudinal study
Altitude (source: MeSH NLM)

Objective: To determine the risk of getting metabolic syndrome (MS) according to years old and others associated factors in workers mining of the Peruvian highlands.

Methodology: Longitudinal study of data collected between 2007-2010 in a mining camp workers. It was considered that workers had MS if they met the criteria of the International Diabetes Federation (≥ 94 cm waist circumference in men or women ≥ 80 cm more ≥ 2 altered parameters: blood glucose, blood pressure, HDL cholesterol or triglycerides). Adjusted relative risk with the PA-GEE regression were obtained to determine the risk of acquiring the SM over the time (depending on the year of occupational medical examination).

Results: Of the 1198 measurements workers, 93% (1109) were men, the median age was 33 years. 36% (428) had a parameter altered waist, and 100% of them had between 2 or more additional parameters altered for the diagnosis of metabolic syndrome. When performing multivariate statistics, adjusted for the time value of body mass index was found that for each year of age increased workers increased by 2% (95%CI: 1-4%) the risk of MS.

Discussion: workers evaluated age was a risk factor for MS, this parameter and other relevant should be monitored by companies to generate policies for healthy lifestyle, to prevent chronic disease problems with potential implications workers, the company and society.

© 2016 Sociedad Argentina de Endocrinología y Metabolismo. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El síndrome metabólico (SM) es la conjunción de diversos factores de riesgo cardiovasculares que suelen presentarse simultáneamente en un individuo y están asociados estrechamente con la resistencia a la insulina, obesidad central, la hipertensión arterial, la dislipidemia y la hiperglucemia, cuya utilidad consiste en servirnos para identificar a personas en riesgo cardiovascular¹⁻². Si estos se suman al consumo de tabaco y la inactividad física, son los principales causantes de las enfermedades cardiovasculares y de morbilidad a nivel mundial³.

Se han estudiado diversos factores que pueden estar asociados a la frecuencia y la presentación del SM, como son el sexo, la edad, la etnia, el estilo de vida e incluso la genética^{4,5}. El factor ambiental también puede influir en la presentación de este síndrome, como en el caso de la altitud de residencia, la cual parece contribuir a la acción de la insulina y disminuir los niveles de glucemia⁶⁻⁹, así como aumentar los niveles de triglicéridos^{10,11}. Además, algunos factores —como la presión arterial— se encuentran normalmente bajos en nativos de zonas de gran altitud¹²⁻¹⁴, existiendo reportes que muestran elevaciones por respuesta adrenérgica al cambiar de zona altitudinal^{10,15}; siendo un riesgo para personas con enfermedad hipertensiva latente¹⁶. Otros estudios reportan una mejoría en la dislipidemia aterogénica y la glucemia en poblaciones que realizan excursiones cortas a gran altura^{17,18}, pudiendo obtener resultados similares a baja altura y según la actividad física que realizan^{19,20}. Si bien se ha estudiado la influencia de la altitud geográfica en los factores de riesgo cardiovasculares de poblaciones que residen de manera temporal o permanentemente, se conoce poco de este tema en

las poblaciones de trabajadores que tienen que establecerse a gran altitud para actividades laborales, pero que no han sido incluidos en las encuestas nacionales²¹.

Por lo expuesto, el objetivo de nuestro estudio fue determinar el riesgo de adquirir SM según los años laborales y los factores asociados en trabajadores de una minera ubicada en la serranía peruana.

Metodología

Diseño de estudio y muestra

El diseño del estudio fue analítico longitudinal retrospectivo, de análisis de datos secundarios. Con los datos de trabajadores de una empresa que se dedica a la extracción de minerales a tajo abierto, ubicada a 4.100 msnm en un campamento minero ubicado en el departamento de La Libertad, en la sierra norte del Perú.

Se incluyó los datos de los trabajadores que contaban con las variables principales (para obtener los valores que determinarían su riesgo para SM) y que laboraron todos los años entre el 2007 y el 2010. Se excluyó aquellos datos de trabajadores que tuvieron menos de un año en la empresa y que tuvieron enfermedades crónicas conocidas como diabetes mellitus, hipotiroidismo, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, enfermedades renales; así como también individuos que estaban usando tratamiento antirretroviral o medicación que pueda afectar los valores de laboratorio evaluados.

Se usó un muestreo por conveniencia de tipo censal. Dicha población fueron los empleados de la empresa que poseían

características similares a trabajadores de empresas en el rubro de la extracción de minerales en los andes peruanos, ya que son parte de la población económicamente activa, que proceden de ciudades aledañas.

Procedimientos y variables

Se obtuvo el permiso de la empresa para el uso de los datos, explicando la importancia del estudio para la vigilancia epidemiológica y que los resultados podían ser similares a los de trabajadores de otras empresas en rubros parecidos. Los datos se obtuvieron de un mismo policlínico que se encuentra en la base principal de la empresa, que estaba bajo la supervisión del área de salud ocupacional de la compañía minera, quienes verificaban periódicamente la adecuada calibración de los equipos de laboratorio, esto mediante personal capacitado y que siguió las guías de funcionamiento de cada máquina. Para cada caso se realizó la toma de muestra de sangre venosa utilizando el sistema Vacutainer, extraída de las venas del antebrazo por el personal especializado para ello. La toma de medidas antropométricas fue realizada por profesionales de la salud utilizando las normas de la Organización Mundial de la Salud. Se creó una base y se realizó un control de calidad y depuración de los datos. Por último, se realizó la creación de la base longitudinal para motivos del análisis estadístico, la cual fue creada en el programa Microsoft Excel en versión para Windows 2010.

Se obtuvo las variables de las bases electrónicas confeccionadas para el seguimiento epidemiológico de sus empleados. Para la confección de la variable principal (SM) se consideró los criterios de la Federación Internacional de Diabetes (2005), que considera como principal factor la obesidad central en función del grupo étnico (perímetro de cintura mayor de 94 cm para varones y 80 cm para mujeres), además, 2 o más de los siguientes factores: triglicéridos mayores de 150 mg/dl o existencia de tratamiento específico para esta alteración lipídica; cHDL mayor de 40 mg/dl (varones), 50 mg/dl (mujeres) o existencia de tratamiento específico para esta alteración lipídica; presión arterial sistólica mayor de 130 mmHg o presión arterial diastólica mayor de 85 mmHg o tratamiento de hipertensión diagnosticada previamente; glucemia basal mayor de 100 mg/dl o diabetes tipo 2 diagnosticada previamente. Las variables secundarias consideradas fueron el sexo (categoría masculino considerada de interés), la edad del trabajador (tomada como cuantitativa para el análisis estadístico), el tipo de trabajo (categoría operario considerada de interés) y los años de trabajo en la empresa (tomada como cuantitativa para el análisis estadístico).

En la ética se tuvo cuidado en el momento del manejo de los datos, codificando a cada uno de los trabajadores para la protección de su identidad. Dichos datos solo fueron manejados por los investigadores principales del estudio, guardando la base principal en un lugar seguro. Se consideró las recomendaciones internacionales para el manejo de los datos secundarios, asegurando que no se muestren datos que puedan identificar a los trabajadores evaluados en alguna de las sedes. Para el análisis de los datos se pidió la aprobación del Comité de Ética del Hospital Nacional Docente Madre-Niño San Bartolomé, Lima, Perú.

Análisis estadístico

El paquete estadístico Stata 11,1 (StataCorp LP, College Station, EE. UU.) se utilizó para el análisis de los datos. La estadística descriptiva de los datos categóricos se realizó mediante las frecuencias y los porcentajes, mientras que para los datos cuantitativos se realizó como paso previo la evaluación de la normalidad mediante la prueba estadística Shapiro Wilk, describiéndolos con la mediana y los rangos. Para la estadística analítica se consideró un valor de confianza del 95% para el análisis de datos. En el análisis bivariado se usó la prueba de la chi al cuadrado para el cruce de variables categóricas y la U de Mann-Whitney para relacionar las variables cuantitativas y las categóricas. Con los modelos multivariados se obtuvo los riesgos relativos ajustados (RRa) y sus intervalos de confianza del 95% (IC del 95%) mediante el uso de la prueba estadística PAGAEE, con la familia binomial, función de enlace log, modelos consistentes y usando como variable tiempo (variable tomada como longitudinal) al año de la toma de muestra. Se consideró los valores $p < 0,05$ como estadísticamente significativos.

Resultados

De las 1.198 mediciones de los trabajadores, el 92,6% (1.109) perteneció a hombres, la mediana de edad fue 34 años (rango: 20-67 años). Las otras características sociolaborales se muestran en la [tabla 1](#).

Entre los que no tuvieron el criterio mayor para tener SM—circunferencia de cintura alterada—, la gran mayoría tuvo 0, 1 o 2 parámetros alterados, el 9, el 52 y el 35%, respectivamente; sin embargo, entre los que sí tuvieron el criterio mayor de SM

Tabla 1 – Características sociolaborales y antropométricas de los trabajadores evaluados

| Variable | N (%) |
|---|------------------|
| Sexo | |
| Masculino | 1.109 (92,6) |
| Femenino | 89 (7,4) |
| Edad ^a (años) | 34 (20-67) |
| Antigüedad ^a (años) | 3,5 (0,1-14,4) |
| Tipo de trabajo | |
| Operario | 980 (83,4) |
| Administrativo | 195 (16,6) |
| Año de medición | |
| 2007 | 301 (25,1) |
| 2008 | 296 (24,8) |
| 2009 | 301 (25,1) |
| 2010 | 300 (25,0) |
| Peso ^a (kg.) | 72 (41-110) |
| Talla ^a (m) | 1,67 (1,42-1,92) |
| IMC ^a (kg/m ²) | 25,6 (17,6-37,7) |
| Presión arterial sistólica ^a (mmHg) | 110 (85-140) |
| Presión arterial diastólica ^a (mmHg) | 70 (50-95) |
| HDL ^a (mg/dL) | 32,1 (16,7-68,4) |
| Triglicéridos ^a (mg/dL) | 145 (57-476) |
| Glucemia ^a (mg/dL) | 74,9 (57,7-105) |

IMC: índice de masa corporal; HDL: siglas en inglés de colesterol de alta densidad.

^a Mediana y rango.

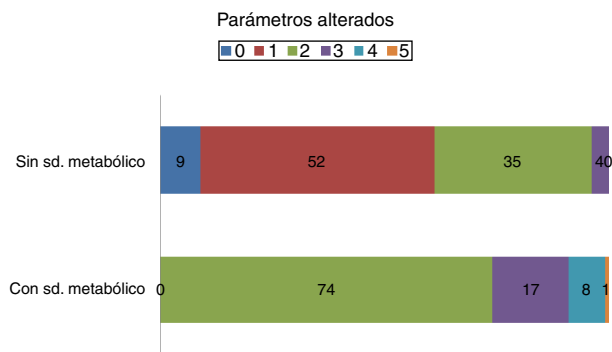


Figura 1 – Porcentaje de parámetros alterados según tener síndrome metabólico en los trabajadores evaluados.

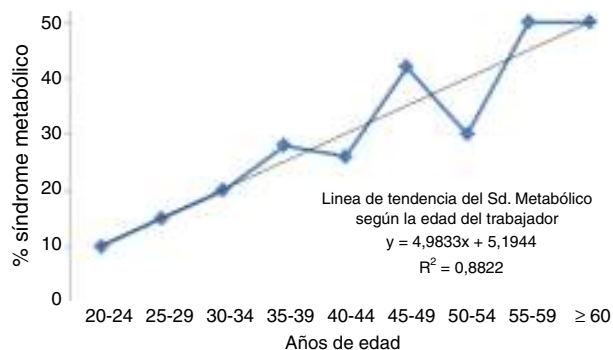


Figura 2 – Porcentaje de síndrome metabólico según la edad de los trabajadores.

la mayoría tuvo 2, 3 o 4 parámetros alterados, el 74, el 17 y el 8%, respectivamente (fig. 1).

En la figura 2 se puede observar cómo se eleva el porcentaje de SM según se incrementa la edad de los trabajadores de una minera en la serranía peruana, esto es corroborado por la línea de tendencia (ecuación: $y = 4,98x + 5,19$; $R^2 = 0,88$).

Al comparar la alteración de los parámetros del SM según las características sociolaborales, se observó que el parámetro alterado de cintura estuvo más frecuente en las mujeres, a mayor edad, a más antigüedad en el trabajo y en los trabajadores administrativos; la presión arterial alterada fue más en los hombres y a mayor edad; el cHDL estuvo más alterado en los operarios, además, los triglicéridos y la glucosa estuvieron alterados a mayor edad y antigüedad del trabajador (tabla 2).

Al realizar la estadística multivariada, ajustada por el tiempo y el valor de índice de masa corporal (IMC), se encontró que por cada año de edad que aumentaban los trabajadores se incrementaba en un 2% (IC del 95%, 1-4%) el riesgo de presentar SM. El riesgo de los otros parámetros según las otras características sociolaborales se muestra en la tabla 3.

Discusión

Se encontró que uno de cada 3 trabajadores tenía SM, este resultado es mayor al encontrado en una muestra nacional realizada el 2007, que encontró una prevalencia del 17%; sin embargo, los resultados de la encuesta nacional no mencionan las ciudades encuestadas según su altitud geográfica o categorizada de acuerdo con su grupo laboral, por lo que deben

tomarse como referencia y base de comparación para otros grupos poblacionales locales²¹.

Es sabido que las prevalencias de SM pueden variar según los criterios que se consideran para la determinación del SM^{22,23}; los parámetros que usamos son mucho más accesible por los costos que se generan para la obtención de sus criterios, siendo esto una gran ventaja para aquellas empresas que deseen realizar una vigilancia ocupacional activa y que cuenten con poco presupuesto. Estudios como el que se realizó en la zona rural de Lari-Arequipa (ubicada a 3.600 msnm) muestran que es factible hacer este tipo de investigaciones con recursos básicos. Ellos encontraron un gran porcentaje de glucemia alterada en ayunas y dislipidemia en pobladores nativos²⁴.

En el análisis multivariado, ajustando por el IMC y en función del tiempo, el aumento de la edad genera que aumente el riesgo de tener SM, a pesar de que en la gráfica descriptiva se reportaron algunos intervalos de edad que tuvieron una ligera disminución de la frecuencia de SM (40-44 y 50-54 años de edad); esto no resultó significativo, ya que en el modelo multivariado se encontró asociación estadística y en la línea de tendencia se tuvo un marcado incremento según aumentaban los años de edad del trabajador, siendo esto corroborado por estudios que ratifican a la edad es un factor muy influyente en el metabolismo y gasto de energía^{3,21}. Probablemente esto debido al factor de la fisiología y del gasto metabólico, que varía según el paso de los años. Por lo que se deberían realizar intervenciones nutricionales y de consejería en los trabajadores de rangos de edad mayores. Además, esto debe ser una variable muy importante a considerar para la vigilancia ocupacional de los trabajadores.

Según los análisis específicos de los criterios de SM de acuerdo con las variables evaluadas, si bien el IMC general está relativamente elevado, la alteración de la circunferencia de la cintura en el tiempo fue más frecuente en mujeres, a mayor edad, antigüedad laboral y en el área administrativa. En un estudio nacional realizado en EE. UU., las mujeres en general presentaron mayor prevalencia de obesidad abdominal con respecto a los hombres, y dentro de las mujeres, las afroamericanas y las latinas presentaron los mayores índices alterados ajustando por su edad; a su vez, fueron las mujeres quienes presentaron mayor porcentaje de SM entre estos grupos étnicos³. Un estudio realizado en adultos de Turquía nos muestra una relación similar, donde la edad, la obesidad y el sexo femenino están fuertemente asociados al SM²³. Estudios realizados en nuestro medio muestran que las mujeres nativas de una zona de altura presentan mayor porcentaje de hipercolesterolemia y bajo HDL en comparación con los hombres²⁴. Asimismo, en el pueblo de San Pedro de Cajas, a 4.100 msnm, las mujeres presentaron mayor prevalencia de bajo HDL, circunferencia abdominal alterada y obesidad²⁵. En otra publicación, esta misma población fue comparada contra una que vive a nivel del mar; en las 2 alturas las mujeres tuvieron parámetros de colesterol alterados a comparación con los hombres¹². Estos resultados, junto con el nuestro, concuerdan con el estudio nacional, en el que las mujeres en el Perú tenían mayor porcentaje de circunferencia abdominal alterada (51%) que los hombres (11%)²¹. En nuestro estudio también estuvo asociado el sexo femenino a aumentar la circunferencia de la cintura en el tiempo. Todo esto muestra que las mujeres tienen un riesgo incrementado para desarrollar SM. Por otra parte, es

Tabla 2 – Alteración de los parámetros del síndrome metabólico según las características sociolaborales en los trabajadores mineros de la serranía del Perú

| Variable | Parámetro alterado para síndrome metabólico, N (%) | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|-------------|-----------------------|-----------------|
| | Cintura (cm) | Presión arterial (mmHg) | HDL (mg/dL) | Triglicéridos (mg/dL) | Glucosa (mg/dL) |
| Sexo | | | | | |
| Masculino | 387 (34,9) | 182 (16,4) | 996 (89,8) | 588 (53,0) | 5 (0,5) |
| Femenino | 41 (46,1) | 1 (1,1) | 75 (84,3) | 15 (16,9) | 1 (1,1) |
| Edad^a (años) | 37,1 (8,5) | 38,0 (9,2) | 34,9 (7,7) | 36,1 (7,7) | 44,8 (10,0) |
| Antigüedad^a (años) | 4,7 (3,0) | 4,4 (3,0) | 4,0 (2,6) | 4,2 (2,6) | 6,3 (3,1) |
| Tipo de trabajo | | | | | |
| Operario | 332 (33,9) | 148 (15,1) | 888 (90,6) | 482 (49,2) | 6 (0,6) |
| Administrativo | 86 (44,1) | 33 (16,9) | 164 (84,1) | 110 (56,4) | 0 (0,0) |

HDL: siglas en inglés de colesterol de alta densidad.

^a Media y desviación estándar.**Tabla 3 – Análisis multivariado de las características sociolaborales según alteración de los parámetros del síndrome metabólico en los trabajadores mineros de la serranía del Perú**

| Variable | Parámetro alterado para síndrome metabólico, RRA (IC del 95%) | | | | | |
|-------------------------|---|-------------------------|------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|
| | Cintura (cm) | Presión arterial (mmHg) | HDL (mg/dL) | Triglicéridos (mg/dL) | Glucosa (mg/dL) | Síndrome metabólico |
| Hombres | 0,52 (0,37-0,72) | 8,32 (1,89-36,66) | 1,00 (0,91-1,10) | 2,40 (1,53-3,78) | 0,41 (0,05-3,44) | 1,30 (0,50-3,35) |
| Edad ^a | 1,03 (1,03-1,05) | 1,04 (1,02-1,06) | 1,00 (0,99-1,00) | 1,02 (1,01-1,03) | 1,12 (1,04-1,20) | 1,02 (1,01-1,04) |
| Antigüedad ^a | 1,05 (1,02-1,07) | 1,02 (0,96-1,07) | 0,99 (0,98-1,00) | 1,03 (1,01-1,05) | 1,24 (1,07-1,44) | 1,02 (0,99-1,05) |
| Obreros | 0,84 (0,69-1,03) | 0,89 (0,58-1,36) | 1,10 (1,01-1,20) | 0,85 (0,71-1,01) | NC | 0,73 (0,50-1,07) |

HDL: siglas en inglés de colesterol de alta densidad; NC: no converge.

^a Medido en años. Prueba estadística PA-GEE, familia binomial, función de enlace log, variable tiempo considerada al año de la medición, ajustado por el tiempo, el valor de índice de masa corporal y usando modelos consistentes.

sabido que la edad y la inactividad física (presente en trabajadores administrativos) son factores importantes que influyen en el desarrollo de la obesidad, debido al empeoramiento del metabolismo propio del envejecimiento y el poco consumo de energía.

Observamos también valores anómalos de presión arterial en varones (el 16% contra el 1% de las mujeres) y a mayor edad (38 años en promedio de los que tuvieron alteración y 34 años de los que no tuvieron). La presión arterial alterada se encontró también con mayor frecuencia en varones en los estudios poblacionales de EE. UU. y en el Perú^{3,21}. El aumento de la presión arterial en pobladores a nivel del mar al llegar a la altura se da por un lapso de días o semanas^{26,27}, mientras que los pobladores residentes por varios años al parecer suelen disminuir su presión arterial^{28,29}, así como los nativos de altura¹¹⁻¹³. Sin embargo, estudios más recientes nos muestran que existen diferencias en la adaptación a la altura, como el realizado comparando la respuesta de 2 etnias distintas a la altura, donde en una la presión diastólica aumenta y en la otra disminuye como respuesta³⁰. El aumento en varones mayor que en mujeres se debe probablemente a una acción distinta de la testosterona y los estrógenos, sobre la presión arterial, así como al efecto del estrés oxidativo³¹. Es necesario profundizar aún más en los estudios sobre la respuesta de la presión arterial a grandes alturas en los diferentes tipos de población.

El HDL estuvo disminuido en los operarios, esto probablemente se deba a que se han implementado en la empresa

sede una serie de medidas para promocionar las actividades físicas en los momentos libres de los trabajadores, y es el personal administrativo el que acude más a dichas actividades, ya que se sabe que el trabajo extenuante se relaciona más con los obreros, por lo que en el momento de elegir sus actividades recreativas eligen algo que sea menos extenuante, lo que puede estar influyendo negativamente, sobre todo en este parámetro, que se relaciona con la actividad física continua. Los valores alterados de la glucosa y los triglicéridos estuvieron asociados a la edad y la antigüedad del trabajo, los mismos parámetros que se ven alterados en el SM; esto pudiese ser tomado en cuenta como un parámetro para la vigilancia ocupacional en poblaciones similares a la evaluada, siendo posiblemente marcadores centinela que se pueden ver alterados tempranamente y para que se tomen las medidas correctivas para que no empeore la situación.

Se tuvo la limitación de no poder evaluar otros factores importantes, como el tabaquismo, los hábitos alimenticios y la actividad física; además, debido a las políticas de vigilancia ocupacional que tienen las empresas se genera lo que se ha denominado el síndrome del trabajador sano, que tampoco fue evaluado en esta investigación. Sin embargo, los datos obtenidos —como tipo de trabajo— nos pueden dar una aproximación del efecto de estos factores para el análisis, además de que estos resultados preliminares podrán ser utilizados para la vigilancia de médicos ocupacionales que se encarguen de trabajadores en similares condiciones, que

en nuestro medio es una gran población formal e incluso la informal, ya que estudios locales han mostrado que están expuestos a patologías y riesgos laborales por laborar en minería y en la altura^{32,33}, -a pesar que estas no se reporten en su totalidad al Ministerio de Trabajo, por lo que hay pocas patologías laborales relacionadas con la obesidad³⁴.

Sobre la base de los datos analizados, se llega a la conclusión de que a mayor edad se incrementa el riesgo de presentar SM en los trabajadores. Debido a que los parámetros se alteran de manera similar al de muchas otras poblaciones, se recomienda que, según las características sociolaborales de los trabajadores, las empresas generen políticas que prevengan y mejoren dichos aspectos.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos

Autoría

Mejía y Gomero tuvieron la idea de investigación y diseñaron el estudio; Mejía, Quiñones-Laveriano, Cruzalegui-Solari, Gomero y Perez-Perez recopilaron los datos; Mejía y Quiñones-Laveriano realizaron el análisis; Mejía y Gomero interpretaron los datos. Todos los autores participaron en la redacción del manuscrito y aprobaron la versión final a publicar.

Conflicto de intereses

Gomero y Perez-Perez fueron médicos de la institución minera de donde se obtuvieron los datos.

Agradecimiento

A la alumna Velia Gómez Porras, por el apoyo en la recolección de datos y la elaboración del primer borrador de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberti KGMM, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JJ, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2009;16:1640-5.
2. Mottillo S, Filion KB, Genest J, Joseph L, Poirier P, et al. The metabolic syndrome and cardiovascular risk. A systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2010;14:1113-32.
3. World Health Organization. Global health risks. Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva, 2009.
4. Ford ES, Giles WH, Dietz WH. Prevalence of the metabolic syndrome among US adults: Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA*. 2002;3:356-9.
5. Garaulet M, Madrid JA. Chronobiology, genetics and metabolic syndrome. *Curr Opin Lipidol*. 2009;2:127-34.
6. Lhamo SY, Supamai S, Virasakdi C. Impaired glucose regulation in a Sherpa indigenous population living in the Everest region of Nepal and in Kathmandu Valley. *High Alt Med Biol*. 2008;3:217-22.
7. Chen SM, Lin HY, Kuo CH. Altitude training improves glycemic control. *Chin J Physiol*. 2013;4:193-8.
8. Kelly KR, Williamson DL, Fealy CE, Kriz DA, Krishnan RK, Huang H, et al. Acute altitude-induced hypoxia suppresses plasma glucose and leptin in healthy humans. *Metabolism*. 2010;2:200-5.
9. Hessien M. Improved glycemic control in moderate altitude type II diabetic residents. *High Alt Med Biol*. 2013;1:27-30.
10. Brito J, Siqués P, León-Velarde F, de la Cruz JJ, López V, Herruzo R. Chronic intermittent hypoxia at high altitude exposure for over 12 years: Assessment of hematological, cardiovascular, and renal effects. *High Alt Med Biol*. 2007;3:236-44.
11. Siqués P, Brito J, León-Velarde F, Barrios L, de la Cruz JJ, López V, et al. Hematological and lipid profile changes in sea-level natives after exposure to 3550-m altitude for 8 months. *High Alt Med Biol*. 2007;4:286-95.
12. Shrestha S, Shrestha A, Shrestha S, Bhattarai D. Blood pressure in inhabitants of high altitude of Western Nepal. *JNMA J Nepal Med Assoc*. 2012;188:154-8.
13. Baracco R, Mohanna S, Seclén S. A comparison of the prevalence of metabolic syndrome and its components in high and low altitude populations in Peru. *Metab Syndr Relat Disord*. 2007;1:55-62.
14. Negi PC, Bhardwaj R, Kandoria A, Asotra S, Ganju N, Marwaha R, et al. Epidemiological study of hypertension in natives of Spiti Valley in Himalayas and impact of hypobaric hypoxemia; a cross-sectional study. *J Assoc Physicians India*. 2012;60:21-5.
15. Hansen J, Sander M. Sympathetic neural overactivity in healthy humans after prolonged exposure to hypobaric hypoxia. *J Physiol*. 2003;546 Pt 3:921-9.
16. Wu TY, Ding SQ, Liu JL, Yu MT, Jia JH, Chai ZCn, et al. Who should not go high: Chronic disease and work at altitude during construction of the Qinghai-Tibet railroad. *High Alt Med Biol*. 2007;2:88-107.
17. Minvaleev RS. A comparison of rate human lipid profile changes at moderate altitude. *Fiziol Cheloveka*. 2011;3:103-8.
18. De Mol Pr, Fokkert JM, de Vries ST, de Koning EJ, Dikkeschei BD, Gans RO, et al. Metabolic effects of high altitude trekking in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2012;10:2018-20.
19. Strauss-Blasche G, Riedmann B, Schobersberger W, Ekmekcioglu C, Riedmann G, Waanders R, et al. Vacation at moderate and low altitude improves perceived health in individuals with metabolic syndrome. *J Travel Med*. 2004;5:300-4.
20. Greie S, Humpeler E, Gunga HC, Koralewski E, Klingler A, Mittermayr M, et al. Improvement of metabolic syndrome markers through altitude specific hiking vacations. *J Endocrinol Invest*. 2006;6:497-504.

21. Pajuelo J, Sánchez J. El síndrome metabólico en adultos en el Perú. *An Fac Med*. 2007;1:38-46.
22. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002;25:3143-3421.
23. Gundogan K, Bayram F, Gedik V, Kaya A, Karaman A, Demir O, et al. Metabolic syndrome prevalence according to ATP III and IDF criteria and related factors in Turkish adults. *Arch Med Sci*. 2013;2:243-53.
24. Málaga G, Zevallos-Palacios C, Lazo MA, Huayanay C. High frequency of dyslipidemia and impaired fasting glycemia in a high altitude Peruvian population. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2010;4:557-61.
25. Mohanna S, Baracco R, Seclén S. Lipid profile, waist circumference, and body mass index in a high altitude population. *High Alt Med Biol*. 2006;3:245-55.
26. Vogel JA, Hartley LH, Cruz JC. Cardiac output during exercise in altitude natives at sea level and high altitude. *J Appl Physiol*. 1974;2:173-6.
27. Wolfel EE, Selland MA, Mazzeo RS, Reeves JT. Systemic hypertension at 4, 300 m is related to sympathoadrenal activity. *J Appl Physiol* (1985). 1994;4:1643-50.
28. Hultgren HN, Grover RF, Hartley LH. Abnormal circulatory responses to high altitude in subjects with a previous history of high-altitude pulmonary edema. *Circulation*. 1971;5:759-70.
29. Marticorena E, Ruiz L, Severino J, Galvez J, Peñaloza D. Systemic blood pressure in white men born at sea level: Changes after long residence at high altitudes. *Am J Cardiol*. 1969;3:364-8.
30. Vats P, Ray K, Majumadar D, Amitabh, Joseph DA, Bayen S, et al. Changes in cardiovascular functions, lipid profile, and body composition at high altitude in two different ethnic groups. *High Alt Med Biol*. 2013;1:45-52.
31. Reckelhoff JF. Gender differences in the regulation of blood pressure. *Hypertension*. 2001;5:1199-208.
32. Mejia CR, Espejo RP, Zevallos KR, Castro TA, Vargas AB, Millan GK. Factores asociados al riesgo cardiovascular según Framingham en taxistas de una empresa de Huancayo. Perú. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab*. 2016;15:19-25.
33. Mejia CR, Merino PA, Mescua L, Gomero R. Notificación de accidentes mortales en el sector de minería Peruana, 2000-2014. *Ach de Med*. 2015;11(4:11):1-5.
34. Mejia CR, Cárdenas MM, Gomero-Cuadra R. Notificación de accidentes y enfermedades laborales al Ministerio de Trabajo. Perú 2010-2014. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2015;32(3):526-31.