

Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el valle de Ubaté

Édgar Humberto Velandia Bacca*, Juan José Muñoz Robayo†

Resumen

El artículo es un estudio realizado en la zona minera del valle de Ubaté, cuyo objetivo es determinar los factores de riesgo de carga física y postura forzada, relacionados con alteraciones osteomusculares en mineros.

Metodología: estudio de corte transversal. 49 mineros son evaluados de acuerdo con el tipo de manto de las minas de carbón y con el puesto de trabajo. Para la valoración de las condiciones de salud de los trabajadores se diseñaron dos instrumentos de evaluación: el de historia clínica y laboral y el formato de registro de condiciones osteomusculares, los cuales fueron aplicados por un médico fisiatra. Para la valoración de la carga física y la postura se utilizó el método OWAS (Ovako Working Posture Analysis System).

Resultados: se encontraron alteraciones posturales relacionadas con los ejes vertebrales y la presencia de hombro caído, los cuales mostraron una tendencia mayor en los trabajadores de minas con manto horizontal. Se encontró que la laxitud ligamentaria de rodillas se presenta con mayor tendencia en los trabajadores de minas de manto no horizontal.

Conclusión: los desórdenes osteomusculares encontrados en la columna y el hombro, al parecer, se deben a la permanente postura de flexión de columna tanto cervical como lumbar,

acompañado de esfuerzos para los movimientos de rotación y manipulación de pesos entre diez y veinte kilos. Es necesario profundizar en el estudio tanto epidemiológico como clínico de las alteraciones que presentan los mineros en las rodillas, ya que éstas han sido reportadas igualmente en otros estudios.

Palabras clave: ergonomía, carga, postura, alteraciones osteomusculares, ocupacional, minas.

Abstract

This study was done in Valle the Ubate miner area and its main objective was to determine the physical load and forced posture risk factors related with muscle skeletal alterations in miners.

Methodology: Cross sectional study. 49 miners were evaluated according to the coal mine tunnel and the work place. For the evaluation of the health conditions of the workers, two instruments were design: one for the labor and clinic history and the other one to register the muscle skeletal

* Médico especialista en Salud Ocupacional y Medicina del Trabajo.

† Médico especialista en Epidemiología y Medicina del Trabajo.

conditions. These instruments were applied by a physiatrist. To evaluate the physical load and the posture OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) method was used.

Results: Postural alterations related with the vertebral axis and the shoulder were found, specially in those workers of mines with horizontal tunnels. Knee laxity ligament was found specially in those workers of mines with non horizontal tunnels.

Conclusion: The muscle skeletal disorders found in the spine and shoulder seem to be due to the

permanent posture in flexion of the cervical and lumbar spine, that can be add to the forced movements in rotation and the manipulation of heavy loads between 10 and 20 Kg. It is necessary to continue studying, from the epidemiological and clinical point of view, The alterations that miners presents on their needs, because these alterations have been report in others studies too.

Key words: Posture, occupational, load, ergonomics, mines, muscle skeletal alterations.

INTRODUCCIÓN

El sector minero colombiano, a pesar de ser uno de los más importantes para el desarrollo económico del país, es uno de los más desamparados en materia de salud ocupacional. Las condiciones del medio, como marginalidad económica y social, remuneración inadecuada (pago por producto o tonelada cargada), uso de tecnología precaria e inestabilidad laboral, han dificultado crear conciencia de protección en la salud laboral de los trabajadores, especialmente los del sector informal.

Las condiciones de trabajo en las que laboran estos trabajadores conllevan a que estén expuestos a gran variedad de riesgos, de los cuales tal vez los menos estudiados son los relacionados con la carga física y la postura. Estudios al respecto han sido desarrollados en Chile (1), España y México (2). En este último se realizaron tres estudios en los que se des-

cribió el síndrome de la rodilla del minero (3) (sinovitis); el comportamiento de los riesgos de trabajo en la industria minera durante los años 1995-1996, que involucra aspectos ergonómicos, y la valoración de la capacidad funcional de columna en estibadores, y que concluye que las amplitudes de los arcos de movilidad van disminuyendo según el tiempo de exposición. En Colombia es conocido un estudio antioqueño que investigó condiciones laborales de los mineros (4).

Las minas de carbón estudiadas son minas subterráneas o minas cerradas, las cuales se encuentran en el subsuelo, en la profundidad de la tierra, y cuya tipología está determinada por las características topográficas del terreno, esto es, los accidentes, las fallas, la organización y la reorganización de las diferentes capas de la tierra. La veta o manto de una mina subterránea corresponde justamen-

te a la capa de materia prima que se va a explotar (carbón), y ésta puede disponerse de por lo menos tres formas diferentes de acuerdo con la topografía del terreno así: manto horizontal, manto inclinado y manto vertical.

Tales características topográficas determinan la forma de su acometida y explotación, así como las posibles diferencias ergonómicas de los puestos de trabajo equivalentes entre ellas, diferencias tomadas como punto de partida para este estudio.

Toda la actividad de explotación se realiza en 'cadena', es decir, hay un punto en la producción que inicia con la actividad del picador y a partir de allí se alimenta la labor de los demás trabajadores. Los puestos de trabajo identificados, y presentes en casi todas las minas son los siguientes: malacatero (externo, interno y bombero), patiero, picador (picador frentero, picador de preparación y picador explotación), reforzador-reparador de puertas, cochero, carretillero, embarcador, técnico de minas-administrador. Los puestos de carretillero y malacatero interno sólo se encontraron en minas de manto horizontales.

En el exterior de la mina se encuentra el malacatero y el patiero. El malacatero es el encargado de operar el malacate—una máquina que moviliza los vagones de carbón desde la mina o hacia ésta—, acción que realiza en posición sedente durante todo el tiempo de la tarea. En un

día pueden producirse desde diez hasta treinta toneladas de carbón, es decir, se suben de 12 a 36 coches o vagones llenos de carbón y el tiempo aproximado de cada recorrido es de uno a cinco minutos, dependiendo de la longitud del trayecto (12 a 190 metros). El tiempo transcurrido entre vagones es también variable, de diez a veinte minutos.

El patiero se ubica en la zona de descargue y acopio del carbón y es el encargado de la separación del carbón por tamaños, así como del retiro del material estéril (piedra e impurezas), que es una tarea sistemática y minuciosa de selección; además, cuando el tamaño es muy grande, la roca se rompe en tamaños más pequeños y para ello utiliza el mazo, la maceta y el puntero.

En el interior de la mina laboran los otros trabajadores: el picador, a quien le corresponde trabajar en los puntos de 'avanzada' en el proceso de explotación minera, picando y desprendiendo el carbón en el frente de explotación. El sitio de trabajo se constituye en un túnel, cuya luz generalmente no pasa de un metro de diámetro, con un extremo ciego que corresponde al punto de penetración. En las minas horizontales labora el carretillero, quien tiene como función movilizar y cargar el carbón, llevarlo del piso a la carretilla y alimentar el coche.

Se estableció como objetivo del estudio determinar los factores de riesgo de

carga física y postura forzada a que se ven expuestos los trabajadores de minas de carbón en socavón, según el tipo de acceso al yacimiento o veta (manto vertical, horizontal o inclinado) y establecer su relación con la presencia de alteraciones osteomusculares.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de corte transversal con una muestra por conveniencia, es decir, se seleccionaron dos minas por cada tipo de manto, con un total de sesenta mineros y ocho puestos de trabajo identificados. Se evaluaron 49 personas, pero fue imposible valorar a once mineros, debido a condiciones climáticas adversas (inundación de minas) que obligaron su cierre. Se identificó que la población era exclusiva del sexo masculino, con edades entre 14 y 61 años. Las minas de carbón estudiadas se encuentran localizadas en la región montañosa de Lenguazaque y Cucunubá, que bordea el Valle de Ubaté, al norte del Departamento de Cundinamarca, sobre la cordillera Oriental.

Para la valoración de las condiciones de salud de los trabajadores se diseñaron dos instrumentos de evaluación: el de historia laboral, basado en los conceptos de Willard-Spacman (5), y el formato de registro de condiciones musculoesqueléticas, que consta de valoración postural, goniométrica, fuerza muscular y pruebas especiales para el diagnóstico de alteraciones

específicas en hombro, codo, muñeca y rodilla, basados en la valoración semiológica del aparato locomotor, los cuales fueron aplicados por un médico fisiatra.

Para el estudio de las condiciones de trabajo se utilizó el método OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*) (6), el cual fue diseñado para identificar las posturas y el levantamiento manual de cargas. Este instrumento las clasifica de acuerdo con el esfuerzo impuesto al trabajador. El método no considera aspectos como vibración, repetitividad ni gasto energético.

El sistema se basa en registrar y analizar las actividades y sus diferentes fases, en intervalos variables o constantes, para observar la frecuencia o el tiempo, dependiendo de cada postura. Las actividades cíclicas fueron observadas en todo el ciclo y en las actividades no cíclicas se realizaron observaciones por períodos de por lo menos treinta segundos.

La clasificación de las posiciones de basa en el riesgo que representa para el aparato locomotor y señala la necesidad y prioridad de medidas correctivas que se deben tomar (7):

- *Categoría 1.* Es la postura normal y natural. Sin efectos lesivos sobre el aparato locomotor. Ninguna acción es requerida.
- *Categoría 2.* Adopta posturas que tienen posibilidad de generar daño al aparato locomotor. Se requerirán acciones correctivas en un futuro cercano.

- *Categoría 3.* La postura produce efectos dañinos sobre el aparato locomotor. Son necesarias acciones correctivas lo antes posible.
- *Categoría 4.* La carga física producida por esta postura tiene efectos muy dañinos sobre el aparato locomotor. Acciones correctivas inmediatas o urgentes.

Para el presente estudio, que se hizo en tres partes, se observaron directamente las condiciones; además, se hizo un registro videográfico (SONY, *digital video camera recorder, digital 8-700x digital zoom* y visión nocturna). En la primera parte se seleccionaron las minas de acuerdo con la inclinación y con el grosor de su manto. En la segunda se analizó tanto el puesto de trabajo como la historia ocupacional (antecedentes laborales pertinentes al objeto de estudio) y se hizo la valoración osteomuscular. En la tercera fase se examinaron los datos en el paquete estadístico SPSS 11.5.

La selección y clasificación de las minas se realizó de acuerdo con la disposición del manto en tres tipos: (1) horizontales, (2) inclinadas y (3) verticales, con el fin de establecer diferentes condiciones de trabajo. Por la arquitectura y geometría encontrada en estas minas, las actividades analizadas fueron las de los puestos de trabajo consideradas como de elevado riesgo osteomuscular.

RESULTADOS

El 49,9% de los trabajadores laboraba en minas verticales (22 trabajadores),

seguido de un 30,6% (15 trabajadores) en minas horizontales y un 24,5% en inclinadas (12 trabajadores).

EN LA MINA HORIZONTAL

El 86,7% de los trabajadores había referido por lo menos un episodio de lumbalgia en el último año. En el momento del examen se detectó hombro caído en el 66,7% de los trabajadores, de los cuales el derecho era el más afectado; se evidenció el desplazamiento del eje anteroposterior de la columna vertebral (lordosis y cifosis) en un 80% y con respecto al eje lateral (escoliosis) en un 40%, y el 26,7% presentó laxitud ligamentaria de rodilla (véase Tabla 1). El 80% de la población estudiada en este tipo de mina se encontraba asintomática, a pesar de encontrar alteraciones en la postura como en los elementos de sostén osteomuscular. La talla se encontró entre 1,53 y 1,71 metros (promedio 1,66 metros), y un índice de masa corporal entre 18,6 y 30,4 (promedio 23,7).

EN LA MINA INCLINADA

El 66,7% había presentado lumbalgia, el 41,6% tenía problemas de hombro caído con predominio del derecho, el 83,3% evidencia alteraciones en el eje anteroposterior de la columna vertebral y un 33,3% presenta cambios en el eje lateral.

En el momento del examen, se halla laxitud ligamentaria de rodilla sin indi-

cios de inestabilidad, sinovitis o lesiones de meniscos en 83,3% de las personas evaluadas (véase Tabla 1) y en uno de ellos se manifiesta tendinitis de codo.

El 75% de la población estudiada en este tipo de mina se encontraba asintomática a pesar de encontrar alteraciones en la postura como en los elementos de sostén osteomuscular. Con respecto a la talla, se encontraron valores entre 1,50 y 1,84 metros (promedio 1,65 metros) y un índice de masa corporal entre 20,8 y 26,5 (promedio 23,3).

EN LA MINA VERTICAL

El 50% (trece mineros) había presentado, por lo menos, un episodio de lumbalgia en el último año; el 59% tenía problemas de hombro caído con predominio del derecho; en el 68,2% se presentaron alteraciones en el eje anteroposterior de la columna vertebral y en el 18,2%, con respecto al eje lateral de la columna, se encontró escoliosis. El 54,5% presenta en el momento del examen laxitud ligamentaria de rodilla (véase Tabla 1) y uno de ellos tendinitis de codo.

Tabla 1. Alteración osteomuscular según inclinación del manto

Alteración osteomuscular	Tipo de inclinación del manto		
	Horizontal	Inclinada	Vertical
Hombro caído	66,7	41,6	59,0
Alteración eje A-P columna vertebral	80,0	83,3	68,2
Alteración eje lateral columna vertebral	40,0	33,3	18,2
Laxitud ligamentaria de rodilla	23,7	83,3	54,5

El 86,4% de la población estudiada en este tipo de mina se encontraba asintomática, a pesar de que se identificaron alteraciones en la postura y en los elementos de sostén osteomuscular. Uno de los mineros presentaba un cuadro de poliartralgia. Con respecto a la talla, se encontraron valores entre 1,54 y 1,82 metros (promedio 1,63 metros), y un índice de masa corporal entre 18,3 y 28,9 (promedio 21,9).

Los puestos de trabajo identificados con mayor riesgo de carga física y postura forzada en los tres tipos de manto son los de picador y carretillero (categoría 4) y cochero

y patiero (categoría 3), los más altos según la metodología utilizada (OWAS), que recomienda su intervención inmediata.

CÁLCULOS

Se hizo una clasificación de las minas y se tomaron como expuestos a los trabajadores de minas de manto horizontal y como no expuestos a los trabajadores que exclusivamente laboran en minas de manto vertical. La exposición se relacionó con las alteraciones del eje de la columna vertebral y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Alteraciones del eje de la columna vertebral de acuerdo al manto de la mina

Prevalencia de punto	27/38 = 0,71 (71%)
Prevalencia en expuestos (manto horizontal)	12/15 = 0,8 (80%)
Prevalencia en no expuestos (manto vertical)	15/23 = 0,65 (65%)
Razón de prevalencia	80/65 = 1,23

Las personas que trabajan en minas horizontales tienen un 23% más riesgo de presentar alteraciones del eje de la columna vertebral, que los trabajadores de minas verticales.

Se hizo una clasificación de las minas que tomó como expuestos a las de manto inclinado y no expuestos a los de manto horizontal. Se relacionaron con los que tenían y no tenían laxitud ligamentaria de rodilla y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3. Laxitud ligamentaria de rodilla de acuerdo al manto de la mina. Manto inclinado/horizontal

Prevalencia de punto	14/26 = 0,54 (54%)
Prevalencia en expuestos (manto inclinado)	10/12 = 0,83 (83%)
Prevalencia en no expuestos (manto horizontal)	4/14 = 0,9 (29%)
Razón de prevalencia	83/29 = 2,8

Las personas que trabajan en minas inclinadas tienen un 108% más riesgo de presentar laxitud ligamentaria de rodilla, que aquellas que trabajan en las de manto horizontal. Se hizo un OR 12,5, IC con 95% (1,43; 143,2), P: 0,006, y se observa un gran

riesgo de presentar este tipo de alteración al trabajar en un manto inclinado, lo cual es estadísticamente significativo.

Se hizo una clasificación de las minas y se tomaron como expuestos a los de manto inclinado y no expuestos a los de manto horizontal y vertical. Éstos se relacionaron con los que tenían y no tenían laxitud ligamentaria de rodilla y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Laxitud ligamentaria de rodilla de acuerdo al manto de la mina. Manto inclinado/horizontal y vertical

Prevalencia de punto	26/48 = 0,54 (54%)
Prevalencia en expuestos (manto inclinado)	10/12 = 0,83 (83%)
Prevalencia en no expuestos (manto horizontal y vertical)	16/36 = 0,44 (44%)
Razón de prevalencia	83/44 = 1,8

Las personas que trabajan en minas inclinadas tienen un 80% más riesgo de presentar laxitud ligamentaria de rodilla que aquellas que no trabajan en este tipo de minas. Se hizo un OR 6,2. IC con 95% (1,03; 48), P: 0,02, y se observa un riesgo grande de presentar este tipo de alteración al trabajar en un manto inclinado, lo cual es estadísticamente significativo.

DISCUSIÓN

Es importante resaltar algunos aspectos que pueden orientar o conducir nuevos estudios frente al tema:

- El hallazgo más significativo es la presencia de laxitud ligamentaria de ro-

dillas sin signos de inestabilidad, sinovitis o lesiones de meniscos, especialmente en los mineros del manto inclinado, la cual puede estar asociada con la postura que tienen que adoptar para mantener el equilibrio en un plano de sustentación inclinado, ya sea como mecanismo de adaptación o como una fase inicial de un proceso patológico en rodillas no descrito previamente en estos trabajadores: la laxitud de rodilla del minero.

Esto sugiere la necesidad de profundizar en su estudio, tanto en lo epidemiológico como en lo clínico, máxime cuando ya existe referencia bibliográfica en los estudios mexicanos de alteraciones de rodilla en trabajadores de minas de carbón.

- Hay un elevado índice de sintomatología dolorosa lumbar, especialmente en los trabajadores de las minas de manto horizontal, la cual podría ser generadora de ausentismo laboral, ya sea por incapacidad o por deserción.
- Las alteraciones posturales relacionadas con los ejes vertebrales (cifoescoliosis y lordosis) y la presencia de hombro caído mostraron una tendencia mayor en los trabajadores de minas con manto horizontal, que podría ser explicada por la permanente postura de flexión de columna tanto cervical como lumbar, acompañada de esfuerzos para los movimientos de rotación y mani-

pulación de pesos entre diez y veinte kilos, evidenciados en el análisis de OWACO. Estas alteraciones pueden generar, a largo plazo, deformidades estructuradas, cuya atención demandaría mayores recursos en salud.

- Los trabajadores de minas inclinadas y verticales son más jóvenes que los de minas horizontales, muy probablemente debido a selección adversa por parte de los trabajadores, quienes tienen preferencias hacia un determinado tipo de mina, al considerar el mayor o menor esfuerzo que ellas representan. Respecto a la estatura, se encontró que, en promedio, los trabajadores de mina horizontal tienen una estatura más baja que la de las otras minas, esto puede estar dado por la facilidad que representa para ellos el desempeño, movilidad y desplazamiento dentro de ellas. Finalmente, el índice de masa corporal promedio se encontró dentro del rango de normalidad, mientras que el sobrepeso y la obesidad no fue un hallazgo representativo, al igual que el bajo peso.

De lo anterior pueden inferirse tres conjeturas: la primera, que las exigencias físicas y condiciones de trabajo de las minas influyen en el fenotipo de los trabajadores. La segunda, que el fenotipo de los trabajadores es el que mejor se adecúa a las condiciones, geometría y arquitectura de las minas. Y,

la tercera, que los dos factores expuestos coexisten, coinciden e interactúan mutuamente.

RECOMENDACIONES

Para poder determinar asociaciones causales entre la exposición a factores de riesgo (postura forzada y manejo inadecuado de cargas) y alteraciones osteomusculares se sugiere realizar un estudio analítico de tipo prospectivo con un mayor número de trabajadores. De igual forma, es necesario profundizar en la biomecánica y fisiolo-

gía de la rodilla frente a los hallazgos encontrados.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de la Cooperativa Cocarbocuba del municipio de Ubaté, en el apoyo logístico en la zona minera de Lenguazaque; al Centro Regulador de Urgencias de Cundinamarca, y a las doctoras Sandra Patricia Martínez Ruiz, Sandra Yanira Leal Ortiz, a los doctores Hernán Rodríguez y César Augusto Carrascal, por su participación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mazzei L. Expansión de gestiones empresariales desde la minería del norte a la del carbón, Chile, siglo XIX. Reporte final. Santiago de Chile: Universidad Católica Blas Cañas; 1998.
2. Martínez Ponce de León J. Introducción al análisis de riesgos. México: Limusa- Noriega Editores; 2001.
3. Montemayor JA, Blanco J, Mijares E, Ramírez R, Ávila JM. Síndrome de la rodilla del minero. México: Instituto Mexicano de Seguro Social. HGZ MF;(24).
4. Estrada J, Rendón ID, Valero SC. Algunos aspectos socioeconómicos, de la salud, y de riesgo

- laboral de los mineros del carbón de los municipios de Amagá y Angelópolis. Rev Fac Nac Salud Pública 1997;15(1):11-36.
5. Hopkins HL, Smith HD. Willard/Spacman: terapia ocupacional. 8ª ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 1993.
6. Karhu O, Kansil P, Kuorinka I. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. Applied Ergonomics 1977 Dic;8:199-201.
7. Wilson J, Corlett N. Evaluation of human work: a practical ergonomics methodology. London: Taylor & Francis; 1995.