



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Peligros biomecánicos y alteraciones osteomusculares en los
trabajadores de la minería en dos corregimientos auríferos del
suroeste antioqueño, 2018-2019.**

Alexandra Paz Ortega

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
Medellín, Colombia
2020**



Peligros biomecánicos y alteraciones osteomusculares en los trabajadores de la minería en dos corregimientos auríferos del suroeste antioqueño, 2018-2019.

Alexandra Paz Ortega

Tesis para optar al título de Magister en Seguridad y Salud en el Trabajo

**Asesor:
Carlos Mario Quiroz Palacio. MG en Salud Ocupacional**

**Grupo de Investigación:
Seguridad y salud en el Trabajo**

**Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública
“Héctor Abad Gómez”
Medellín, Colombia
2020**

(Agradecimientos)

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional en los momentos difíciles. Y a cada uno de los docentes que aportaron su conocimiento y fueron mis guías para finalizar la construcción de este documento y de mi proceso como maestrante.

Tabla de contenido

Resumen.....	1
1. Introducción	3
2. Metodología	5
2.1 Población	5
2.2 Recolección de la información	5
3. Resultados.....	8
4. Discusión	20
Referencias.....	26

Lista de tablas

Tabla 1. Distribución de variables demográficas y afiliación al sistema de seguridad social de los trabajadores.....	8
Tabla 2. Características laborales de los trabajadores.....	9
Tabla 3. Condiciones de salud de los trabajadores.....	10
Tabla 4. Distribución entre categorías de Owas y ocupación de los trabajadores.....	11
Tabla 5. Distribución de variables según sintomatología de dolor de los trabajadores.....	12
Tabla 6. Distribución de algunas variables según las condiciones osteomusculares de los trabajadores.....	14
Tabla 7. Asociación entre las variables condiciones osteomusculares y los peligros biomecánicos de los trabajadores.....	16
Tabla 8. Asociación entre las variables condiciones osteomusculares y antigüedad en la minería de los trabajadores.....	17
Tabla 9. Comparación de medias con condiciones osteomusculares de los trabajadores.....	18

Lista de figuras

Figura 1. Asociación de variables condiciones osteomusculares y peligros biomecánicos de los trabajadores de la minería en dos corregimientos auríferos del suroeste antioqueño.....	19
--	----

Resumen

Objetivo: determinar asociación entre peligros biomecánicos y alteraciones osteomusculares en trabajadores de la minería en dos corregimientos auríferos del suroeste antioqueño, 2018-2019. **Metodología:** investigación cuantitativa de Corte. Participaron 38 trabajadores. Se aplicó encuesta demográfica-laboral y una evaluación fisioterapéutica. Se identificó peligros en Seguridad y Salud en el Trabajo, presentes en las actividades mineras, en especial biomecánicos. A las tareas más representativas de los oficios de los trabajadores se les aplicó un método de evaluación postural. Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas de asociación. **Resultados:** población del sexo masculino, provenientes de zona rural, nivel educativo bajo. Desprotegidos en seguridad social integral, más de 5 años de antigüedad en la minería. Alta frecuencia de exposición a peligros biomecánicos y sintomatología lumbar. Alteración postural más frecuente, hombro descendido. Presencia de retracciones lumbares severas, fuerza en tronco mala-regular. La mayoría de las actividades se encuentran en categoría 3 y 4 de Owas. No se encontró asociación, sin embargo, se identificaron tendencias estadísticas al comparar los promedios de variables cuantitativas. Con el análisis de correspondencias múltiples se identificó agrupaciones de variables en nubes de datos. **Conclusión:** la población minera se encuentra desprotegida en el marco de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Se observó una alta frecuencia de exposición a posturas forzadas, levantamiento y traslado de cargas asociados a labores. Se identificaron alteraciones osteomusculares en los trabajadores y no se encontró asociación estadística entre este grupo de variables, ya que el número de participantes fue bajo.

Palabras clave: minería aurífera, alteraciones osteomusculares, peligros biomecánicos, evaluación fisioterapéutica, Sistema de Análisis de Trabajo Ovako (OWAS).

Abstract

Objective: to determine the association between biomechanical hazards and musculoskeletal disorders in mining workers in two gold districts of southwestern Antioquia, 2018-2019. **Methodology:** quantitative investigation of Court. 38 workers participated. A demographic-labor survey and a physiotherapeutic evaluation were applied. Occupational Health and Safety hazards were identified, present in mining activities, especially biomechanical ones. A postural evaluation method was applied to the most representative tasks of the workers' trades. Association tests were applied for statistical analysis. **Results:** male population, from rural areas, low educational level. Unprotected in comprehensive social security, more than 5 years old in mining. High frequency of exposure to biomechanical hazards and lumbar symptoms. More frequent postural alteration, lowered shoulder. Presence of severe lumbar retractions, poor-regular trunk strength. Most of the activities are in Owas category 3 and 4. No association was found, however, statistical trends were identified when comparing the averages of quantitative variables. With multiple correspondence analysis, groupings of variables were identified in data clouds. **Conclusion:** the mining population is unprotected within the framework of Safety and Health at Work. A high frequency of exposure to forced postures, lifting and transfer of loads associated with work was observed. Osteomuscular alterations were identified in the workers and no statistical association was found between this group of variables, since the number of participants was low.

Keywords: gold mining, musculoskeletal disorders, biomechanical hazards, physiotherapeutic evaluation, Ovako Work Analysis System (OWAS).

1. Introducción

Las actividades mineras se desarrollan en un ambiente peligroso para los trabajadores, ya que estos se exponen a niveles altos de ruido, exposición crónica a material particulado, exposición a productos o sustancias químicas como el cianuro y pobres condiciones de seguridad en los puestos de trabajo, al no tener equipos y medidas de protección adecuados (1)(2). De acuerdo con Winn et al.,(3) en las tareas de la minería también se evidencian peligros biomecánicos como: levantamiento de cargas, posturas incómodas, movimientos repetitivos de la extremidad superior y posturas mantenidas como el sedente y posición bípeda.

La minería que se desarrolla en Colombia corresponde a minería en pequeña escala, la cual se lleva a cabo en varios departamentos y municipios (4), entre ellos se encuentra el departamento de Antioquia considerado como la región de mayor tradición minera aurífera del país y en el cual se evidencia un alto porcentaje de ilegalidad y/o informalidad (5). Según el informe de condiciones de Salud y seguridad en el Trabajo del 2013, los peligros biomecánicos se relacionan con las alteraciones en el sistema osteomuscular en especial con la aparición de síntomas dolorosos asociados a desórdenes musculoesqueléticos (DME) con alta prevalencia en miembros superiores, inferiores y en zona lumbar (6)(7)(8)(9). En estudios mundiales, los DME están ocupando los primeros lugares de frecuencia en las patologías de origen ocupacional, relacionándose con altos índices de ausentismo laboral. Estos reportes también se evidencian en Colombia, según el Ministerio de la Protección Social, al agrupar los diagnósticos por sistemas, se observa que los diagnósticos que afectan al sistema músculo esquelético han presentado un aumento, considerándose del 65% en el año 2001 al 82% en el 2004 (10). Y que es el síndrome del túnel del carpo la primera causa de morbilidad profesional; estos datos corresponden al régimen contributivo (11)(12)(13).

En seguridad y salud en el trabajo, existen diversos métodos para identificar peligros, evaluar y valorar los riesgos, en esta investigación se utilizó el método propuesto por la Guía Técnica Colombiana GTC 45, la cual fue aplicada en el estudio de Sánchez, (14) y Bustos, (15) identificándose la presencia de peligros biomecánicos, biológicos, químicos, físicos y condiciones de seguridad. Para esta investigación fue relevante la valoración del peligro biomecánico, especialmente la evaluación del análisis postural a través del método Owas, (Ovako Working Posture Analysis System), el cual ha sido ampliamente utilizado en diversos sectores de la industria (15)(16)(17). Además del método mencionado se encuentran OCRA, REBA, RULA, ANSI, empleados para evaluar movimientos repetitivos y posturas forzadas y determinar apariciones de desórdenes musculoesqueléticos en miembro superior (18); asimismo se encuentra La Ecuación de NIOSH, el Método de la Comunidad Económica Europea, entre otros, utilizados para evaluar la

manipulación manual de cargas y determinar los riesgos de dolor lumbar inespecífico (19).

En el estudio de Velandia y Muñoz, (20) se identificó que las alteraciones más frecuentes en el sistema osteomuscular son a nivel postural, principalmente la presencia de hombros descendidos y alteración en el eje lateral de la columna vertebral. Por tanto la presente investigación valoró las condiciones de las diferentes estructuras del aparato locomotor de los trabajadores, tejido musculo-tendinoso, articular y las estructuras óseas.

Se ha determinado la asociación entre peligros biomecánicos y algunas alteraciones osteomusculares como en el estudio de Basagoitia y Katja, (21) desarrollado en Bolivia, en el cual a través de la aplicación de la prueba Chi cuadrado no se alcanzó a evidenciar asociación entre el factor de riesgo y los síntomas de dolor. Por otro lado, el estudio de Velandia y Muñoz, identificó a través del riesgo relativo que existe una mayor posibilidad de presentar alteraciones en los ejes de la columna vertebral al igual que alteraciones ligamentosas de rodilla en mineros de carbón (20).

En nuestra investigación se consideró que además de la aplicación de las pruebas de asociación Chi cuadrado y Odds Ratio, el uso de Análisis de Correspondencias Múltiples, a través del cual se analizaron datos multivariados y se identificó la posible asociación no lineal entre las variables que se agruparon en nubes de datos (22). Dado lo anterior se pretende con esta investigación determinar la asociación entre peligros biomecánicos y las alteraciones sobre el sistema osteomuscular en mineros de dos corregimientos auríferos en el suroeste antioqueño.

2. Metodología

Se realizó una investigación cuantitativa transversal de asociación que incluyó un total de 38 trabajadores de la minería aurífera subterránea en los corregimientos de Santa Rita y Santa Inés del municipio de Andes Antioquia.

2.1 Población

Se identificó un total de 64 trabajadores a partir de información previa, de los cuales solo participaron 38 de manera voluntaria.

2.2 Recolección de la información

Se visitaron 5 minas subterráneas y 3 entables. Entendiéndose como mina subterránea al lugar de trabajo donde se desarrollan actividades como: perforación, traslado de material, entre otras y entable al lugar de procesamiento o de lavado de la roca que proviene de la mina.

La población trabajadora fue entrevistada en los lugares de trabajo, algunos en el desarrollo de sus actividades y otros al finalizar la jornada laboral, previa autorización y participación voluntaria a través del consentimiento informado.

Para la caracterización sociodemográfica y laboral se aplicó una encuesta basada en el informe del diagnóstico Nacional de las Condiciones de Salud y Trabajo de las personas ocupadas en el sector informal (23), la cual contiene variables como: la identificación del trabajador, edad, oficio, estado civil, número de personas a cargo, nivel de escolaridad, entre otras. La información recolectada permitió construir una base de datos en el programa Excel.

La evaluación fisioterapéutica fue realizada con base a los parámetros de la Asociación Americana de Fisioterapia (APTA) (24) (25), la cual consta de valoración de la extensibilidad muscular, evaluación postural, evaluación de arcos de movilidad articular activos (AMA), fuerza muscular y pruebas especiales para el diagnóstico de alteraciones específicas en hombro, codo, muñeca y miembro inferior. Se aplicó el cuestionario Nórdico (26) con el cual se registró la sintomatología musculoesquelética presente en los trabajadores. Asimismo se valoraron las variables antropométricas como peso, talla y se estimó el índice de masa corporal (IMC).

Para la aplicación de la encuesta de manera individual, se dispuso de un espacio para la toma de datos como el peso y la talla, se empleó una báscula digital con precisión de 100 gramos de marca Omron, previamente calibrada. Se realizaron dos mediciones, si la primera era igual a la segunda se registraba el resultado, sino se procedía a la toma de una tercera medición. Con respecto a la talla se usó un tallmetro acrílico (mide en centímetros) y el trabajador debía ubicarse paralelo al mismo al momento de la toma del dato.

Se hizo una evaluación postural y se procedió a la toma del registro fotográfico digital en vista anterior, lateral y posterior. Se utilizó una cuadrícula para identificar

la posición de los segmentos corporales. Se tuvo en cuenta los puntos anatómicos de referencia para cada una de las vistas.

Para las pruebas de extensibilidad muscular se le solicitó al trabajador ubicarse en una colchoneta y a través de comandos verbales sencillos se dieron instrucciones. Las maniobras fueron ejecutadas por la fisioterapeuta, se valoró las retracciones musculares a nivel de extensores de tronco, flexores y extensores de rodilla y plantiflexores de tobillo. La calificación se dio en los niveles leve, moderada y severa (27).

La amplitud del movimiento articular se valoró de manera activa en miembro superior: flexo-extensión, aducción, abducción, rotación interna y externa de hombro, flexo-extensión de codo, pronosupinación en antebrazo y flexión, extensión, desviación ulnar y radial en muñeca. Para la valoración de miembro inferior se realizó: flexo-extensión, abducción y aducción, rotación interna y externa de cadera. Flexo-extensión de rodilla, dorsiflexión, plantiflexión, inversión y eversión de tobillo (24) (25).

Para la valoración de las pruebas semiológicas se tuvo en cuenta las recomendaciones de la Guía de Atención Integral basada en la evidencia para hombro, desordenes musculoesqueléticos, dolor lumbar y enfermedad discal. Se calificó como positivo o negativo de acuerdo a la presencia de sintomatología: dolor, parestesias o debilidad muscular. Las pruebas semiológicas para hombro: test de Neer, Hawkins-Kennedy, Yocum, test de Speed, Yergason, test del brazo caído y bursitis; en DME se valoró: para tenosinovitis de Quervain: el signo de Finkelstein, para Síndrome del Túnel del Carpo: signo de Flick, signo de Tinel y signo de Falen y para enfermedad discal: prueba de Lasegue de miembros inferiores; para estabilidad de rodilla: el test de Apley (18) (19).

La valoración de la fuerza muscular, se calificó de 0 a 5, donde 0 nulo, 1 escaso, 2 mal, 3 regular, 4 bien y 5 normal. Las evaluaciones se hicieron para los siguientes grupos musculares: abdominales, extensores dorso-lumbares, flexo-extensores de cadera y de rodilla. Se dispuso de una colchoneta para llevar a cabo las maniobras. El trabajador ejecutó la prueba y la fisioterapeuta aplicó una resistencia manual en los diferentes segmentos corporales (27).

Para la identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo, se empleó la Matriz de Riesgos de la GTC 45 (28), a partir de la cual se identificó la presencia de los siguientes peligros: biológicos, físicos, químicos, biomecánicos, mecánicos, locativos y condiciones de orden y aseo. La información se obtuvo a través de la observación directa.

Como se identificó una alta frecuencia del peligro biomecánicos (posturas incómodas o forzadas) en las tareas de la minería, se empleó el método de evaluación postural OWAS, el cual permitió identificar las posturas críticas en brazos, espalda, piernas y la carga levantada realizadas en las actividades laborales. Se tomaron registros fílmicos y fotográficos de los trabajadores desarrollando las tareas propias de su labor. El método clasificó las posturas en cuatro categorías de riesgo para establecer la prioridad de posibles acciones

correctivas requeridas para evitar efectos dañinos sobre el sistema musculoesquelético (29).

Las tareas evaluadas por oficio fueron:

Químico: preparar el proceso de decantación a través del uso de sustancias químicas. Administrador: vigilar las actividades de los mineros. Se mantiene en posición de pie. Frentero: perforación de la roca. Ayudante de frentero: ayuda a la colocación del martillo neumático. Catanguero: traslado de material. Bulteador: levantamiento y vaciamiento de bultos. Oficios varios: vaciar baldes, desplazamientos con carga, cargue de agua en baldes, lavado. Picador: picar la piedra. Palero: palear el material de la veta.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS, versión 22.0, licenciada por la Universidad de Antioquia. En el análisis univariado se realizaron distribuciones de frecuencias para variables cualitativas y medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas. La asociación entre peligros biomecánicos (posturas forzadas, levantamiento de cargas, movimiento repetitivo, posiciones mantenidas, antigüedad en la minería y categoría de OWAS) y alteraciones osteomusculares (posición de la cabeza, alteración en hombros, pelvis, presencia de escoliosis, retracciones musculares, fuerza abdominal, lumbar y sintomatología de dolor) se realizó a través de la prueba Odds Ratio. Y Chi cuadrado para determinar significancia estadística entre las variables ya mencionadas, asumiendo como valor $p < 0.05$. Asimismo se consideró analizar los promedios de dos variables cuantitativas (Edad e IMC) y determinar su comportamiento con los desenlaces osteomusculares. Para analizar los resultados del método OWAS se aplicó la técnica de Análisis de Correspondencias Múltiples, con el fin de identificar la asociación entre las categorías (categoría 1, 2, 3 y 4) definidas con este método y los desenlaces (alteraciones postural en cabeza, hombros, pelvis, entre otros). Esta investigación contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad de Antioquia, según Acta 00450 de noviembre de 2018, para lo cual en la investigación se expresa el cumplimiento de la confidencialidad de la información y uso de consentimiento informado; además, se declara el cumplimiento de las pautas éticas de investigación de acuerdo a la Declaración de Helsinki.

3. Resultados

El mayor porcentaje de la población evaluada se encuentra en la etapa de la adultez, estado civil unión libre, provienen de la zona rural y el nivel educativo bajo. Solo una persona presenta estudios de educación superior. Los mineros alcanzan una alta cobertura del sistema de aseguramiento en salud, por cuenta del régimen subsidiado y deficiente protección en pensiones y riesgos laborales. Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de variables demográficas y afiliación al sistema de seguridad social de los trabajadores.

Variable/ categoría	n (%)
Etapa Ciclo Vital (edad en años)	
Juventud (14-26)	6 (15,8)
Adultez (27- 59)	31 (81,6)
Persona mayor (>60)	1 (2,6)
Estado civil	
Soltero	11 (28,9)
Casado	9 (23,7)
Unión libre	16 (42,1)
Separado	2 (5,3)
Procedencia	
Rural	32 (84,2)
Urbana	6 (15,8)
Nivel educativo	
Ninguna	5 (13,2)
Primaria incompleta	11 (28,9)
Primaria completa	6 (15,8)
Secundaria incompleta	9 (23,7)
Secundaria completa	6 (15,8)
Técnico/tecnólogo	1 (2,6)
Afiliación a Salud	
Contributivo	2 (5,3)
Subsidiado	29 (76,3)
No afiliado	7 (18,4)
Afiliación a la Administradora de Riesgos Laborales (ARL)	
Si	3 (7,9)
No	35 (92,1)
Afiliación al Fondo de Pensiones	
Si	1 (2,6)
No	37 (97,4)

El mayor porcentaje de la población trabaja en el oficio de catanguero. Más de la mitad trabaja 8 horas diarias y presentan más de 5 años de antigüedad en la minería. Una tercera parte no utiliza equipos de protección personal y cerca de la mitad devengan entre 1-2 salarios mínimos legales vigentes al mes. Tabla 2.

Tabla 2. Características laborales de los trabajadores.

Variable/ categoría	n (%)
Oficio	
Catanguero	14 (36,8)
Frentero	5 (13,2)
Ayudante frentero	2 (5,3)
Palero-picador	4 (10,5)
Bulteador	3 (7,9)
Administrador	6 (15,8)
Químico	2 (5,3)
Oficios varios	2 (5,3)
Horas de trabajo al día	
<8 horas	1 (2,6)
8 horas	32 (84,2)
> 8 horas	5 (13,2)
Antigüedad en la minería	
< 1 año	6 (15,8)
Entre 1 -5 años	9 (23,7)
> 5 años	23 (60,5)
Uso de Equipos de Protección Personal (EPP)	
Mascarilla	4 (10,5)
Guantes	10 (26,3)
Mascarilla-Guantes	7 (18,4)
Mascarilla- protección auditiva	1 (2,6)
Protector auditivo	3 (7,9)
Guantes-Cascos-Botas	1 (2,6)
Ninguno	12 (31,6)
Salario mensual	
<1smmlv	13 (34,2)
1-2 smmlv	18 (47,4)
>2 smmlv	7 (18,4)

Se identificó que la edad promedio de los trabajadores fue de 36 años, la talla y el peso promedio fueron de 168 cm y 70 kilos respectivamente. Según las variables antropométricas el IMC fue de 24,7 ubicando a la población en un rango normal. Los reportes de antecedentes de enfermedades personales y familiares fueron muy bajos. Menos de la mitad de la población realiza ejercicio físico, la mayoría de los trabajadores consumen alcohol y la tercera parte de estos fuman. Tabla 3.

Tabla 3. Condiciones de salud de los trabajadores.

Variable	N	%	Promedio (μ)	DE (σ)
Edad (años)			36,1	10,5
Talla (cm)			168,2	8,1
Peso (kg)	38	100	70	10,3
Índice de Masa Corporal:			24,7	3
Bajo peso	3	7,9		
Normal	22	57,9		
Sobrepeso	11	28,9		
Obesidad	2	5,3		
Antecedentes Personales:				
Neurológicos Si	3	7,9		
Respiratoria-Dermatológica Si	1	2,6		
Renal- Metabólicas-Cardiaca No	38	100		
Hábitos:				
Realiza ejercicio físico Si	14	36,8		
Consumo de cigarrillo Si	13	34,2		
Consumo de licor Si	22	57,9		
Antecedentes familiares:				
Respiratorio Madre	2	5,3		
Cardiacas Padre	1	2,6		
HTA Madre	3	7,9		
HTA Padre	1	2,6		
Sistémica Madre	2	5,3		
Cáncer S.d	6	15,8		

S.d: sin dato.

La mayoría de las actividades que realizan los mineros se encuentran en categoría 3 y 4 del método Owas, significando que los mineros adoptan posturas las cuales producen efectos dañinos sobre el sistema musculoesquelético, en especial en los oficios de catanguero, ayudante de frentero, frentero, bulteador y palero-picador y por lo tanto requieren de recomendaciones en la ejecución postural y en lo posible en los entornos físicos de trabajo. Tabla 4.

Tabla 4. Distribución entre categorías de Owas y ocupación de los trabajadores.

Categorías de Owas	Oficio	n (%)
Categoría 1	Administrador	6 (16)
	Químico	2 (5)
Categoría 2	Oficios varios	2 (5)
Categoría 3	Catanguero	14 (37)
	Ayudante de frentero	2 (5)
Categoría 4	Frentero	5 (13)
	Bulteador	3 (8)
	Palero-picador	4 (11)
Total		38 (100)

Owas: Ovako Working Analysis System. Evaluación postural (29).

La mayoría de los trabajadores con sintomatología son aquellos que se encuentran expuestos a posturas forzadas, los cuales se encuentran en el ciclo vital de la adultez, llevan más de 5 años trabajando en la minería y se desempeñan como catangueros. De acuerdo con la clasificación de Owas categoría 3, se encuentra la mayor proporción de mineros que presentan dolor. Tabla 5.

Tabla 5. Distribución de variables según sintomatología de dolor de los trabajadores.

Variable	Presencia de dolor	
	Categoría	Si N (%)
Peligro biomecánico	Postura forzada	12 (40)
	Levantamiento de carga	8 (42)
	Movimiento repetitivo	1 (25)
	Mantener posición de pie-caminar	2 (25)
Etapa Ciclo Vital (edad en años)	Juventud (14-26)	1 (17)
	Adulthood (27- 59)	12 (39)
	Persona mayor (>60)	1 (100)
Tiempo de antigüedad en la minería	< 1 año	2 (33)
	Entre 1 -5 años	2 (22)
	> 5 años	10 (44)
Lugar de trabajo	Mina	11 (42)
	Entable	3 (25)
Ocupación	Catanguero	6 (43)
	Frentero	3 (60)
	Ayudante frentero	0
	Bulteador	1 (33)
	Administrador	1 (17)
	Químico	1 (50)
	Oficios varios	1 (50)
	Palero-picador	1 (25)
Owas	Categoría 1	2 (25)
	Categoría 2	1 (50)
	Categoría 3	6 (38)
	Categoría 4	5 (42)

Owas: Ovako Working Analysis System. Evaluación postural (29).

De acuerdo con la ocupación o el oficio desempeñado por los trabajadores, los catangueros y ayudantes son los que presentan mayor frecuencia de alteraciones posturales como: hombro descendido, cabeza inclinada, escoliosis y anteversión pélvica. Asimismo se encontró alteración en la flexibilidad, encontrándose retracciones musculares a nivel lumbar moderadas y severas. Con respecto a la fuerza abdominal y lumbar se identificó una calificación de buena-normal para tronco y presencia de dolor en esta población. Las anteriores condiciones

osteomusculares se observan en aquellos trabajadores que adoptan: posturas forzadas y realizan levantamiento de cargas y cuya evaluación postural a través del método Owas fue categoría 3. Asimismo se identificó que estas características se evidencian en los trabajadores entre los 27-59 años, los cuales presentan un IMC en un rango normal y llevan más de 5 años de antigüedad en la minería. Tabla 6.

Tabla 6. Distribución de algunas variables según las condiciones osteomusculares de los trabajadores.

Condición osteomuscular	Categoría	Ocupación (n=38)		Peligros biomecánicos (n=38)		Categorías OWAS (n=38)	
		Catanguero y Ayudante	Frentero, Picador y Bulteador	Postura forzada	Levantamiento cargas	Categoría 3	Categoría 4
Postura	Hombro descendido	13	11	26	16	13	11
	Cabeza inclinada	4	7	11	4	4	7
	Escoliosis	3	3	7	4	3	3
	Anteversión	5	2	8	7	5	2
	Cabeza rotada	2	1	3	2	2	1
	Retroversión	1	1	2	1	1	1
Flexibilidad: retracciones musculares lumbares	Moderada	6	0	11	7	5	4
	Severa	5	4	6	5	6	0
	Leve	2	4	6	3	2	4
Fuerza abdominal	Buena-Normal	14	8	24	16	14	8
	Regular	2	4	6	3	2	4
	Mala	0	0	0	0	0	0
Fuerza lumbar	Buena-Normal	12	11	25	16	12	11
	Regular	4	1	5	3	4	1
Sintomatología musculoesquelética	Dolor	6	5	12	8	6	5

Condición osteomuscular	Categoría	Edad		IMC		Años antigüedad en la minería		
		14-26	27-59	Normal	Sobrepeso	> 5 años	1 y 5 años	< 1 año
Postura	Hombro descendido	5	27	3	1	19	7	13
	Cabeza inclinada	2	12	7	6	8	2	4
	Escoliosis	1	8	5	4	7	1	3
	Anteversión	1	8	5	2	7	2	5
	Cabeza rotada	1	4	3	1	3	2	2
	Retroversión	0	3	1	2	2	1	1
Flexibilidad: retracciones musculares lumbares	Moderada	1	11	4	7	8	1	6
	Severa	0	9	6	3	5	4	5
	Leve	2	5	5	1	5	2	2
Fuerza abdominal	Buena-Normal	6	23	18	8	17	8	14
	Regular	0	7	4	2	5	1	2
	Mala	0	1	0	1	1	0	0
Fuerza lumbar	Buena-Normal	6	24	18	9	18	7	12
	Regular	0	7	4	2	5	2	4
Sintomatología musculoesquelética	Dolor	1	12	6	6	10	2	6

De acuerdo a la prueba de asociación se evidencia que todos los trabajadores que se encuentran expuestos a peligros biomecánicos presentaron alineación en la posición de la cabeza, siendo estadísticamente significativo solo en aquellos que realizan levantamiento de cargas. Tabla 7

La mayoría de los mineros presentaron una adecuada alineación en la posición de la pelvis y no presentaron alteraciones en el eje lateral de la columna vertebral. La población trabajadora que adoptó posturas forzadas presentó hombros descendidos. En los trabajadores, se reportó una calificación de baja-regular en fuerza muscular en tronco en menor proporción. Un gran número de trabajadores presentaron retracciones musculares a nivel lumbar. Y en cuanto a la presencia de dolor musculoesquelético un gran número de estos reportaron síntomas.

Al aplicar OR se identificó en los trabajadores que realizan levantamiento de cargas el doble de posibilidad de presentar alteración en la posición de la pelvis como anteversión o retroversión ($OR=2$ en el I.C = (0,5 – 8,0)) y un 50% más de riesgo de presentar síntomas de dolor ($OR=1,5$ en el I.C = (0,4 – 5,9)). Por otro lado, estos trabajadores tienen menos posibilidad de presentar alteración en la posición de la cabeza $OR=0,2$ en el I.C = (0,1 – 0,8). Es de anotar que de las variables analizadas, solo la posición de la cabeza presentó significación estadística. Tabla 7.

Los trabajadores que adoptan posturas forzadas presentaron el doble de posibilidad de hombros descendidos ($OR= 2,1$ en el I.C = (0,3–14,7)), además tienen un 30% más de posibilidad de presentar retracciones musculares nivel lumbar ($OR= 1,3$ en el I.C = (0,2 –8,3)), en comparación con los trabajadores que no las adoptan y el doble de posibilidad de presentar sintomatología dolorosa ($OR=2$ en el I.C = (0,3–11,6)). Diferencias que tampoco fueron estadísticamente significativas. Tabla 7.

La población trabajadora que realiza movimientos repetitivos en sus tareas laborales, tienen tres veces más de posibilidades de presentar alteración en la posición de la cabeza, sea inclinación y/o rotación ($OR=3$ en el I.C = (0,3–35,7)). Además, tienen cuatro veces más la posibilidad de presentar debilidad abdominal ($OR=4,6$ en el I.C = (0,5-40)) y un 50% más de posibilidad de presenta debilidad muscular en zona dorso-lumbar ($OR=1,5$ en el I.C = (0,1-17,3)). Tabla 7.

Los trabajadores que desempeñan labores de pie y caminando, presentaron un 90% de posibilidades de presentar alteración en la posición de la cabeza ($OR=1,9$ en el I.C = (0,3-9,4)) y un 60% más de posibilidades de presentar debilidad muscular en zona dorso-lumbar ($OR=1,6$ en el I.C = (0,2-10,7)).

De acuerdo con la aplicación de Owas, las tareas que se encuentran en categoría 3 o más tienen un 50% más posibilidad de presentar hombros descendidos ($OR=1,5$ en el I.C = (0,2-9,7)), asimismo de presentar síntomas dolorosos en el sistema musculoesquelético ($OR=1,5$ en el I.C = (0,3-7,1)). Las categorías 3 y 4 son las que más daño causan al sistema osteomuscular. Tabla 7.

Tabla 7. Asociación entre las variables condiciones osteomusculares y los peligros biomecánicos de los trabajadores.

Variable	Posición cabeza				Posición hombros				Escoliosis				Posición de pelvis			
	Alteración	Alineada	OR (IC)	Valor p	Alteración	Alineada	OR (IC)	Valor p	Si	No	OR (IC)	Valor p	Alterada	Neutra	OR (IC)	Valor p
Levantamiento de cargas:																
Si	6	13	0,2	0,05	16	3	1	1	4	15	0,7	1	8	11	2	0,5
No	13	6	(0,1-0,8)		16	3	(0,2-5,7)		5	14	(0,2-3,3)		5	14	(0,5-8,0)	
Postura forzada:																
Si	14	16	0,5	0,7	26	4	2,1	0,6	7	23	0,9	1	10	20	0,8	1
No	5	3	(0,1-2,6)		6	2	(0,3-14,7)		2	6	(0,1-5,5)		3	5	(0,1-4,2)	
Movimiento repetitivo:																
Si	3	1	3,3	0,6	4	0	1,2	1	1	3	1,1	1	1	3	0,6	1
No	16	18	(0,3-35,7)		28	6	(1,0-1,4)		8	26	(0,1-11,9)		12	22	(0,1-8,5)	
De pie- caminar:																
Si	5	3	1,9	0,7	6	2	0,4	0,6	2	6	1,1	1	3	5	1,2	1
No	14	16	(0,3-9,4)		26	4	(0,1-3,1)		7	23	(0,2-6,7)		10	20	(0,2-6,1)	
Categoría OWAS:																
>= 3	14	14	1	1	24	4	1,5	0,6	6	7	0,6	0,6	9	19	0,7	0,7
< 3	5	5	(0,2-4,2)		8	2	(0,2-9,7)		3	22	(0,1-3,2)		4	6	(0,2-3,1)	
Variable	Fuerza abdominal				Fuerza lumbar				Retracciones musculares				Sintomatología de dolor			
	Regular-mala	Buena-normal	OR (IC)	Valor p	Regular-mala	Buena-normal	OR (IC)	Valor p	Si	No	OR (IC)	Valor p	Si	No	OR (IC)	Valor p
Levantamiento de cargas:																
Si	3	16	0,5	0,7	3	16	0,7	1	15	4	1	1	8	11	1,5	0,7
No	5	14	(0,1-2,6)		4	15	(0,1-3,6)		15	4	(0,2-4,7)		6	13	(0,4-5,9)	
Postura forzada:																
Si	6	24	0,7	1	5	25	0,6	0,6	24	6	1,3	1	12	18	2	0,6
No	2	6	(0,1-4,6)		2	6	(0,01-3,8)		6	2	(0,2-8,3)		2	6	(0,3-11,6)	
Movimiento repetitivo:																
Si	2	2	4,6	0,2	1	3	1,5	1	3	1	0,7	1	1	3	0,5	1
No	6	28	(0,5-40)		6	28	(0,1-17,3)		27	7	(0,1-8,6)		13	21	(0,1-5,7)	
De pie- caminar:																
Si	2	6	1,3	1	2	6	1,6	0,6	6	2	0,7	1	2	6	0,5	0,6
No	6	24	(0,2-8,3)		5	25	(0,2-10,7)		24	6	(0,1-4,6)		12	18	(0,12,9-)	
Categoría OWAS:																
>= 3	6	22	1,1	1	5	23	0,8	1	22	6	0,9	1	11	17	1,5	0,7
< 3	2	8	(0,2-6,5)		2	8	(0,1-5,4)		8	2	(0,2-5,5)		3	7	(0,3-7,1)	

Odds Ratio: OR
P<0,05

Los trabajadores que llevan 5 años o más laborando en la minería presentan un 70% más de posibilidades de tener alteraciones en la posición de la pelvis y un 180% más de tener escoliosis. Además de presentar más posibilidades de tener debilidad muscular en tronco y el doble de riesgo de presentar sintomatología de dolor. Tabla 8.

Tabla 8. Asociación entre las variables condiciones osteomusculares y antigüedad en la minería de los trabajadores de la minería en dos corregimientos auríferos del suroeste antioqueño

Variable	Posición cabeza				Posición hombros				Escoliosis				Posición de pelvis			
	Alteración	Alineada	OR (IC)	Valor p	Alteración	Alineada	OR (IC)	Valor p	Si	No	OR (IC)	Valor p	Si	No	OR (IC)	Valor p
Antigüedad en la minería:																
>= 5 años	11	12	0,8	1	19	4	0,7	1	7	16	2,8	0,27	9	14	1,7	0,5
< 5 años	8	7	(0,2-2,9)		13	2	(0,1-4,5)		2	13	(0,5-16,1)		4	11	(0,4-7,2)	
Variable	Fuerza abdominal				Fuerza lumbar				Retracciones musculares				Sintomatología de dolor			
	Regular-mala	Buena-normal	OR (IC)	Valor p	Regular-mala	Buena-normal	OR (IC)	Valor p	Si	No	OR (IC)	Valor p	Si	No	OR (IC)	Valor p
Antigüedad en la minería:																
>= 5 años	6	17	2,3	0,4	5	18	1,8	0,6	19	4	1,7	0,6	1	13	2,1	0,3
< 5 años	2	13	(0,4-13,3)		2	13	(0,3-10,7)		11	4	(0,3-8,3)		4	11	(0,5-8,6)	

Al comparar las medias de las variables Edad e IMC, se identificó que la población trabajadora con más edad son los que presentan alteraciones en el eje vertebral de la columna, alteración en la posición de la pelvis, retracciones musculares, manifestaron síntomas de dolor con una fuerza muscular regular en tronco. Respecto al IMC no se evidenciaron diferencias estadísticas relevantes sobre el comportamiento de las variables. Tabla 9.

Tabla 9. Comparación de medias con condiciones osteomusculares de los trabajadores.

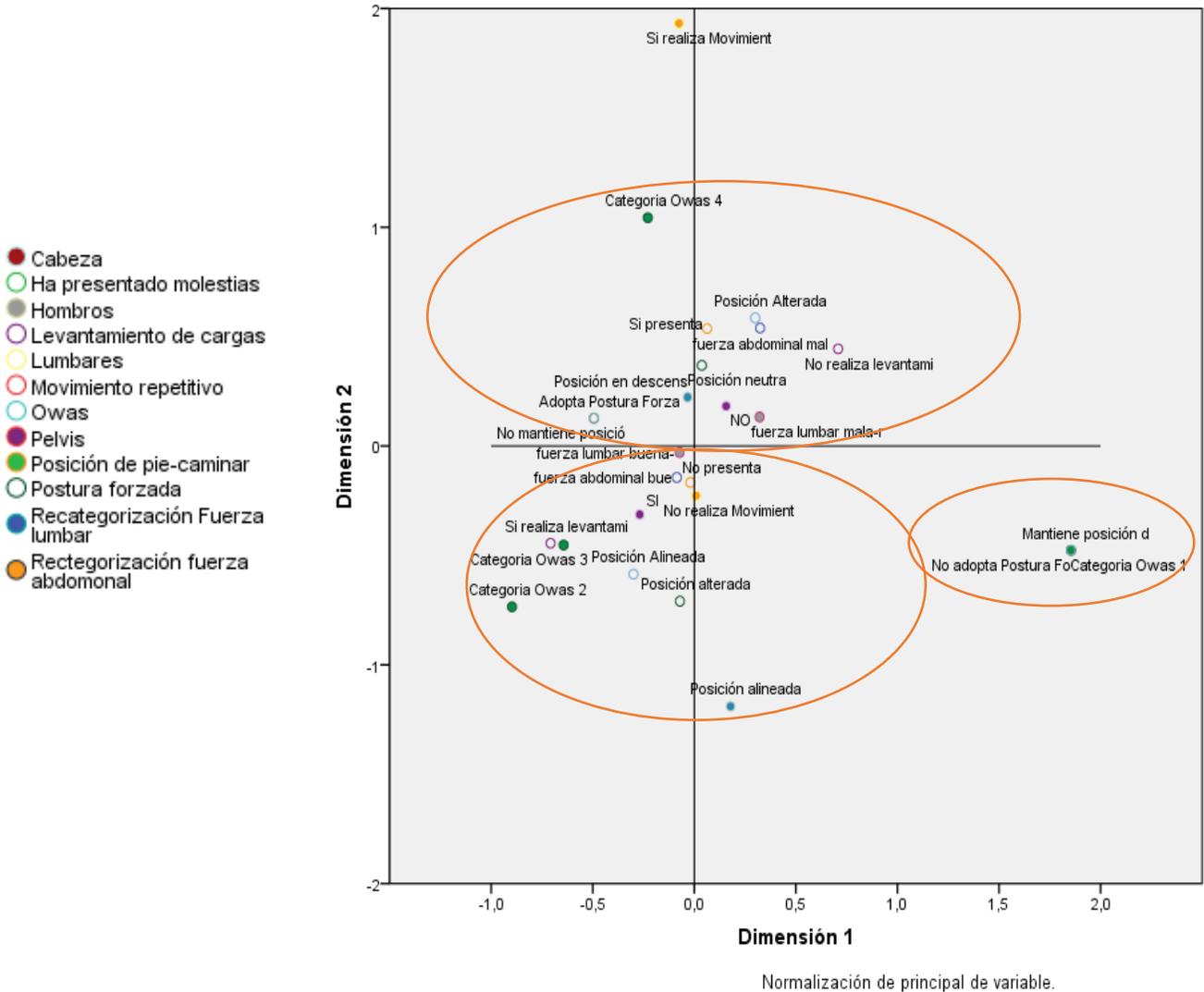
Variable	Posición cabeza			Posición hombros			Escoliosis			Posición de pelvis		
	Alteración	Alineada	Valor P	Descendidos	Alineados	Valor P	Si	No	Valor P	Alteración	Neutra	Valor P
Edad	36,05	36,21	0,9	35	42,17	0,1	39,3	35,1	0,3	36,9	35,7	0,7
IMC	24,89	24,52	0,7	24,78	24,32	0,7	25,9	24,3	0,1	24,4	24,9	0,7

Variable	Fuerza abdominal			Fuerza lumbar			Retracciones musculares			Sintomatología de dolor		
	Buena-normal	Regular-mala	Valor P	Buena-normal	Regular-mala	Valor P	Si	No	Valor P	Si	No	Valor P
Edad	35,3	39,13	0,3	36,14	36,13	0,9	36,9	33,4	0,4	37,6	35,3	0,5
IMC	25,05	23,42	0,1	24,97	23,51	0,2	25	23,5	0,2	25,7	24,1	0,1

En el análisis de correspondencias múltiples se encontró asociación entre algunas variables de condiciones osteomusculares las cuales se agruparon en función de las categorías del método Owas. Se identificaron 3 nubes de datos que arrojaron los siguientes resultados:

- La categoría 1 mostró asociación con el peligro biomecánico postura mantenida, es decir aquellas tareas donde los trabajadores permanecían de pie.
- La categoría 2 y 3 identificó asociación entre la posición alterada de la cabeza (inclinada o rotada), posición alterada de la pelvis (anteversión o retroversión), presencia de dolor musculoesquelético y el peligro biomecánico levantamiento de cargas.
- La categoría 4, mostró asociación entre la posición de la cabeza (inclinada o rotada), hombros descendidos, presencia de escoliosis, fuerza muscular mala-regular en tronco y los peligros biomecánicos movimientos repetitivos y posturas forzadas. Figura 1.

Figura 1. Asociación de variables condiciones osteomusculares y peligros biomecánicos de los trabajadores de la minería en dos corregimientos auríferos del suroeste antioqueño.



4. Discusión

El objetivo de esta investigación fue determinar la posible asociación entre peligros biomecánicos presentes en las actividades mineras y las alteraciones osteomusculares en trabajadores mineros de dos corregimientos auríferos del suroeste antioqueño.

Se identificó una población exclusiva del sexo masculino, en su mayoría procedentes de las zonas rurales, con bajo nivel educativo y sin afiliación al sistema de Seguridad Social Integral, muy similar a lo encontrado en el estudio de Ospina et al., (30) en minería de carbón en Boyacá y Vigil et al., (31) en estibadores en el Perú, en los cuales se identificó, que los trabajadores eran del sexo masculino, con un bajo nivel educativo, procedentes de las zonas rurales y sin afiliación al Sistema de Seguridad Social Integral.

En Colombia, Güiza,(5) hace referencia a la seguridad social en salud en trabajadores que laboran en minería de pequeña escala, y que se desarrolla bajo la ilegalidad, planteando que el 76% de los trabajadores no están afiliados al Sistema de Seguridad Social Integral y por lo tanto el Estado debe subsidiar su atención derivada de su condición de salud. El autor también destaca que en el 15% de las minas ilegales los trabajadores no se encuentran afiliados a ningún sistema de salud y solo el 7% de las minas los tienen afiliados al sistema social en pensión y riesgos laborales. Panorama que evidencia la desprotección a la que se encuentra expuesta la población minera. Este mismo autor refiere que en Colombia el 72% de las minas corresponden a minería en pequeña escala, y dentro de este porcentaje el 66% se desarrolla bajo la ilegalidad. Los departamentos donde más se evidencia dicha situación después del Chocó y la Guajira, es Antioquia con el 85% (5). El reporte del Proyecto Minería, Minerales y Desarrollo Sostenible, informa que la minería que se desarrolla en estas circunstancias se caracteriza por llevarse a cabo en minas pequeñas y/o marginales, con muy poco capital, donde existe limitación al acceso a los diferentes sistemas de apoyo y protección social, además de precarias condiciones de seguridad laboral (32).

En Colombia la jornada laboral es de 8 horas diarias, 48 horas semanales, siendo esta una jornada muy extensa para las numerosas actividades que se realizan en la minería. En esta investigación se encontró que los trabajadores laboran 8 horas diarias, 6 días a la semana. A diferencia de lo reportado por el informe del Sector Minero de los Países de la Alianza del Pacífico, donde los trabajadores que se encuentran en la mediana y gran minería tienen un horario de trabajo de 12 horas diarias, por varios días consecutivos (33). Con respecto al salario, encontramos que la mayoría de la población devenga un salario mínimo. De acuerdo con la investigación de Ospina et al., (30) llevada a cabo en mineros de carbón, los trabajadores devengan en promedio un salario menor a lo reportado en nuestra investigación. Algunos autores como Siegel y Veiga, (34) en su estudio de minería

artesanal y de pequeña escala realizado en África, consideran que los ingresos de la población trabajadora en minería aurífera podrían estar entre 3 y 5 veces por encima del estándar salarial de los otros tipos de minería. El promedio de antigüedad en la minera fue de 5 años. En el estudio de Sana et al., (35) realizado en minería de oro artesanal, muestra datos diferentes a lo reportado en nuestra investigación, en donde el 61% de los trabajadores llevaban laborando en promedio 3 años. Dado a que la zona donde se desarrolló nuestra investigación tiene una tradición minera y junto con la agricultura constituye la actividad económica principal, la población se dedica a las actividades mineras ya que esta representa una fuente de subsistencia mejor paga que otras actividades y por ende los trabajadores tienen a permanecer más tiempo en esta.

Al identificar los oficios de la minería, se encontró que el más frecuente fue el de los “catangueros”; los cuales realizan levantamiento y traslado de cargas. Al respecto, en el estudio de Velandia y Muñoz, (20) y en el de Jimenez et al., (7) en minería de carbón, se identificó similitud en otros oficios como: administrador, picador, palero y frentero; a diferencia a lo relacionado con los “catangueros”, dado que las actividades mencionadas se realizan mediante el uso de maquinaria.

Los trabajadores de nuestra investigación usaron con poca frecuencia los equipos de protección personal, dado a la escasa percepción de riesgo que tienen de los peligros ocupacionales a los que se encuentran expuestos. Datos similares se encontraron en el estudio de Jiménez et al., (7) en donde se evidenció que los mineros se encuentran expuestos a diferentes factores de riesgo (material particulado, ruido continuo, sustancias químicas, entre otros). Los autores de este estudio mencionaron la poca conciencia de protección que tienen la población, ya que refieren que las condiciones que desencadenan síntomas de molestia de manera inmediata como el dolor, son más riesgosos, que aquellas condiciones donde se requiere un mayor periodo de latencia entre la exposición y la aparición del efecto, como por ejemplo la exposición acumulada durante periodos prolongados a material particulado, ruido, entre otros.

Las posturas forzadas como la inclinación y rotación de cabeza, elevación del brazo por encima del hombro, flexión con rotación de tronco y flexión máxima en rodillas; y levantamiento de cargas entre 60-70 kilos fueron los peligros biomecánicos más frecuentemente identificados, muy similar a lo encontrado por Basagoitia y Radon, (21) en su estudio de Prevalencia de factores de riesgo ergonómico y dolor de espalda en trabajadores mineros, donde la población se hallaba expuesta a posturas forzadas, a levantamiento y transporte de cargas y a posiciones mantenidas como de pie y caminar. Asimismo la II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el Sistema General de Riesgos Laborales en Colombia, realizada en 2013 (36), ratifica que en el sector minero los

trabajadores se encuentran expuestos a posiciones que producen fatiga, dolor y cansancio.

En la aplicación del método de evaluación postural Owas, se identificó que la mayoría de las tareas realizadas por la población trabajadora se encuentran en categoría 3 y 4, las cuales generan efectos dañinos sobre el sistema osteomuscular en especial en brazos, y zona lumbar, indicando que se debe realizar intervención o acciones correctivas en los puestos de trabajo. De acuerdo con las Notas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (37), es de vital relevancia evaluar las condiciones de trabajo asociadas a posturas forzadas o incómodas, ya que los trabajadores las adoptan la mitad del tiempo de sus trabajos. En la investigación de Chávez et al., (38) realizada en constructores, se mostró que las actividades laborales realizadas por estos en el 35,3% se encuentran en categoría 3. Asimismo el estudio de Análisis de la postura de trabajo del manejo manual de materiales utilizando el método OWAS, realizado por Wahyudi et al., (39) revelan que el 51,6% de los tareas que realizan los trabajadores están en la categoría 3 y categoría 4, por tanto los autores refieren que se deben hacer mejoras para la seguridad de los mismos mientras realizan su actividad.

La mayoría de los mineros presentaron un IMC normal, es decir que la relación entre peso y talla se encuentra en condiciones adecuadas. La población trabajadora es activa físicamente, dado a los traslados que diariamente realizan hasta las minas. Sin embargo no se encontró alta frecuencia en la práctica de ejercicio físico. Por las características socioculturales de la región se evidencio una población que tiene antecedentes de alcohol y cigarrillo. Sana et al., (35) encontraron resultados similares.

La sintomatología de dolor fue frecuente en los trabajadores que adoptaron posturas forzadas y realizaron levantamiento de cargas, quienes se encuentran entre los 27 años en adelante, con más de 5 años de antigüedad en el oficio y cuyas actividades están en la categoría 3 del método Owas.

Los síntomas más frecuentes se presentaron la región lumbar, seguido por las extremidades superiores. Las investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional muestran datos similares, reportando sintomatología lumbar, como es el caso del estudio de Basagoitia y Radon (21), donde se encontró una prevalencia del 50%. Al igual que en el estudio de Jiménez et al., en minería de carbón, donde se reportó una prevalencia de dolor lumbar del 46%, seguido de sintomatología en miembros superiores con el 40%. Según el Informe Ejecutivo de la II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General

de Riesgos (36), se ha identificado que la patología musculoesquelética de mayor reconocimiento por las Administradora de Riesgos Laborales (ARL) es el síndrome del túnel del carpo, asimismo, este reporta un aumento en el diagnóstico de patologías como el síndrome de manguito rotador y de las enfermedades de discos intervertebrales. Aunque en nuestra investigación las pruebas semiológicas realizadas para este tipo de condiciones resultaron negativas, es relevante traer a contexto que uno de los factores de riesgo para desencadenar alteraciones en columna vertebral es la adopción de posturas forzadas junto con el levantamiento y traslado de cargas, situaciones que se reportaron en la población trabajadora y que según evidencias con lleva al desarrollo de la sintomatología lumbar.

Hombro descendido, cabeza inclinada y/o rotada, escoliosis y alteraciones en la posición de la pelvis [anteversión o retroversión], fueron las condiciones encontradas al realizar la evaluación postural. Al respecto el estudio de Velandia y Muñoz, (20) realizado en minería de carbón, reportó resultados semejantes. Estos autores informan que dentro de las alteraciones osteomusculares más frecuentes se encuentra hombro caído con el 67%, alteración en los ejes antero-posterior de la columna vertebral: hipercifosis dorsal o hiperlordosis lumbar en el 80% y escoliosis con el 40%. En esta población también se evidencian las retracciones musculares a nivel lumbar calificadas entre moderadas y severas; según Baquero (40), una apropiada alineación postural en la región lumbo-pélvica, es un factor relevante para evitar alteraciones funcionales; este autor considera que la flexibilidad es una propiedad importante para lograr un balance biomecánico lo que permite un adecuado movimiento. Además se considera que las retracciones están ligadas a sobrepeso, sedentarismo y la adopción de posturas inadecuadas, este último factor se encontró en los trabajadores de esta investigación. La presencia de retracciones produce alteraciones en los sistemas articulares y en las características de forma y alineación de los segmentos corporales, en especial de la columna vertebral lumbar y las posiciones de la pelvis. En nuestra investigación fueron frecuentes la anteversión y retroversión pélvica, es decir, la pelvis no se encontraba alineada.

Por otra parte se evidencio debilidad muscular en tronco aunque con baja frecuencia. Castillo et al., en su estudio sobre el análisis ergonómico y las lesiones de espalda en sistemas de producción flexible, encontró que más del 80% de los trabajadores presentan debilidad de los músculos paravertebrales y cerca del 70% debilidad en los abdominales (41), cifras que distan de los datos obtenidos en nuestra investigación, sin embargo, se evidencia dicha condición.

Al aplicar Odds Ratio (OR) y Chi cuadrado se encontró asociación estadísticamente significativa entre los trabajadores que realizan tareas de levantamiento de cargas y la alineación de la cabeza, que se adopta como método de compensación de las

estructuras corporales (OR= 0,2 y $p < 0,05$), con el fin de mantener una relación armónica con el tronco y mantener el equilibrio en la actividad. Además se identificaron algunas tendencias de desenlaces presentes en la población trabajadora expuesta a más de 5 años en la minería, como la presencia de alteraciones posturales, alteraciones en la flexibilidad y presencia de dolor musculoesquelético. El estudio de Basagoitia y Radon (21), presentó resultados similares a esta investigación, ya que al aplicar la prueba de Chi cuadrado tampoco se obtuvo asociación entre factores de riesgo biomecánicos y los síntomas de dolor. En el estudio de Figueroa et al.,(42) identificaron a través del análisis de correspondencias múltiples, la presencia de una relación entre las variables de interés para su estudio; este tipo de análisis también fue empleado en esta investigación, mostrando asociación de variables en nubes de datos representados en un gráfico.

Uno de los grandes retos para el Gobierno es mejorar la protección social para esta población e incrementar la cobertura en especial en pensiones y riesgos laborales. Asimismo implica la generación de acciones para concientizar sobre los efectos o daños a la salud que trae la exposición a los diferentes peligros y el uso permanente de los equipos de protección personal y la promoción de estrategias encaminadas a mejorar la ejecución de tareas manuales pesadas y la prevención de las adopciones de posturas incómodas en la realización de las actividades mineras a través del empleo de procesos de mecanización. Ya que existe una amplia evidencia en relacionar la ejecución de posturas forzadas o incómodas con la presencia de alteraciones sobre el sistema musculoesquelético, especialmente con los síntomas de dolor, la invitación es a enseñar la manera adecuada de ejecución de las tareas, teniendo en cuenta sus implicaciones y de este modo intervenir de manera precoz antes de que se pueda generar un daño crónico.

De acuerdo al informe del Sector Minero en los Países de la Alianza del Pacífico, se establece que se debe considerar la creación de programas en donde se desarrollen campañas de sensibilización y promoción de acciones educativas que informen a la comunidad de trabajadores sobre los peligros asociados a la minera informal y a las condiciones laborales generales, siempre en pro de su seguridad y salud laboral, ya que las actividades mineras se realizan sin tomar en cuenta las mínimas normas de seguridad laboral.

Es de relevancia la información obtenida a partir de la evaluación fisioterapéutica ya que de acuerdo al informe Ejecutivo de la II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos, se ha identificado que las patologías musculoesqueléticas de mayor reconocimiento por las ARL son las relacionadas con el sistema osteomuscular. Por tanto el papel del fisioterapeuta cobra relevancia en el contexto laboral en el momento de realizar las evaluaciones pertinentes y de brindar un adecuado manejo.

Fortalezas y limitaciones

El aporte investigativo a las comunidades académicas y a la población trabajadora desde el valor de la Fisioterapia. Así como los reportes encontrados en esta investigación permiten dar continuidad a procesos académicos y profundizar en los mismos. Asimismo, la relevancia de la información obtenida a partir de la evaluación fisioterapéutica que denota las condiciones osteomusculares de la población y el papel del profesional en el sector laboral. Además de generar la sensibilización de los trabajadores para el reconocimiento de los peligros en materia de seguridad y salud en el trabajo a los cuales están expuestos. Y las propuestas metodológicas y de análisis estadístico que se realizaron, ya que se encontraron pocos estudios sobre asociación entre las variables de interés, en especial las obtenidas a partir de la evaluación Fisioterapéutica.

Por otro lado, el tipo de estudio, no permitió hacer seguimiento a la población trabajadora, y por tanto no se conoció desde cuando los trabajadores presentaban los desenlaces encontrados, además de las dificultades de acceso a las minas de oro de los dos corregimientos. El tamaño de la muestra, ya que no fue posible la participación de todos los trabajadores, por las constantes migraciones de estos debido a las actividades laborales. En cuanto al instrumento, dado a su extensibilidad en una ocasión limitó la participación de los trabajadores por disponibilidad de tiempo. Y con relación a la aplicación del método de evaluación postural OWAS, existen algunas limitaciones, ya que no considera variables importantes de evaluación y por tanto se recomienda la combinación de varios métodos con el fin de mejorar las evaluaciones y resultados obtenidos.

Referencias

1. Paruchuri Y, Siuniak A, Johnson N, Levin E, Mitchell K, Goodrich JM, et al. Occupational and environmental mercury exposure among small-scale gold miners in the Talensi-Nabdam District of Ghana's Upper East region. *Sci Total Environ* [Internet]. 2010 [cited 2018 Apr 11];408(24):6079–85. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4083620/pdf/nihms591323.pdf>
2. Leung AMR, Lu JLD. Environmental Health and Safety Hazards of Indigenous Small-Scale Gold Mining Using Cyanidation in the Philippines. *Environ Health Insights*. 2016;10:EHI.S38459.
3. Winn FJ, Biersner RJ, Morrissey S. Exposure probabilities to ergonomic hazards among miners. *Int J Ind Ergon* [Internet]. 1996;18(5–6):417–22. Available from: [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(95\)00104-2](https://doi.org/10.1016/0169-8141(95)00104-2)
4. Cardenas J, Arcos A, Echavarría E. Seguridad y Salud en las pequeña minería colombiana: estudios de caso en oro y carbón. Impregón. Trendy, editor. Envigado; 2017. 132 p.
5. Güiza L. La pequeña minería en Colombia: una actividad no tan pequeña. *Dyna* [Internet]. 2013;109–17. Available from: <http://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/35819>
6. Trabajo M de. Informe Ejecutivo II Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad Y Salud en el Trabajo en el Sistema de General de Riesgos. In 2013. p. 1–56.
7. Jiménez-Forero CP, Zabala IT, Idrovo ÁJ, Idrovo ÁJ. Condiciones de trabajo y morbilidad entre mineros de carbón en Guachetá, Colombia: la mirada de los legos. *Biomédica* [Internet]. 2015 Mar 19 [cited 2018 Apr 11];35(0):77–89. Available from: <http://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2439>
8. Basagoitia Armando RK. Prevalencia de Factores de Riesgo Ergonómico y Dolor de Espalda en el Trabajo Minero en Cooperativistas del Cerro Rico de Potosí, 2012. *Rev Científica Multidiscip versión On-line ISSN 2309-3153* [Internet]. 2014 [cited 2017 Sep 3];5:3–7. Available from: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2309-31532014000100002&script=sci_arttext&lng=es
9. Beyan AC, Alici NS, Cimrin A. Una perspectiva sobre enfermedades musculoesqueléticas ocupacionales en Turquía. *J Clin Anal Med* [Internet]. 2017 [cited 2018 Aug 12];8(2):117–20. Available from: <http://www.jcam.com.tr/files/JCAM-4924.pdf>
10. Vargas Porras PA, Orjuela Ramírez ME, Vargas Porras C. Lesiones osteomusculares de miembros superiores y región lumbar: Caracterización demográfica y ocupacional. universidad nacional de Colombia, Bogotá 2001-2009. *Enferm Glob* [Internet]. 2013;12(4):119–33. Available from: <http://scielo.isciii.es/pdf/eg/v12n32/docencia2.pdf>
11. Social M de la P. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME). 2001.

12. Torres Tovar M. Accidentalidad y Enfermedad Laboral en Colombia. Encuentro Internacional de Salud y Trabajo. 2015.
13. Barreto H. Universidad Católica de Colombia [Internet]. 1991. Available from: [http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14315/1/DEL SISTEMA GENERAL DE RIESGOS LABORALES EN COLOMBIA.pdf](http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14315/1/DEL_SISTEMA_GENERAL_DE_RIESGOS_LABORALES_EN_COLOMBIA.pdf)
14. Sanchez F. Diseño de la matriz de peligros y riesgos del personal operativo de la Universidad Libre, seccional Cúcuta con base a la GTC 45, segunda edición. [Internet]. Universidad Libre; 2016. Available from: [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9736/Proyecto final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9736/Proyecto_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
15. Bustos D. Matriz de identificación de peligros, valoración de riesgos y controles [Internet]. Universidad Militar Nueva Granada; 2018. Available from: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/17983/DianaBustosMorales2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Chávez-Torres P, Collantes-Villanueva J, Maylle-Durand K. Categorías de riesgo según posturas adoptadas por los obreros de construcción civil de una empresa privada. *Rev Enferm Hered*. 2015;6(1):25.
17. Corporal FE de I. Análisis biomecánico y ergonómico de puestos de trabajo en el sector peluquería y estética. Madrid; 2013.
18. Ministerio de la Protección Social. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Que [Internet]. 2006 [cited 2018 Apr 12]. 1–125 p. Available from: https://www.epssura.com/guias/guias_mmss.pdf
19. Social M de la P. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el Lugar de Trabajo (GATIDLI-ED) [Internet]. 2006. 1–135 p. Available from: [https://www.minsalud.gov.co/Documentos y Publicaciones/GATISO-DOLOR LUMBAR INESPECÍFICO.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Documentos_y_Publicaciones/GATISO-DOLOR_LUMBAR_INESPECIFICO.pdf)
20. Velandia É, Muñoz JJ. Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de carbón en el valle de Ubaté. Velandia É, Muñoz JJ. Factores de riesgo de carga física y diagnóstico de alteración osteomuscular en trabajos de minas de c. *Rev Ciencias la Salud*. 2004;2(1):24–32.
21. Basagoitia A, Radon K. Prevalencia de Factores de Riesgo Ergonómico y Dolor de Espalda en el Trabajo Minero en Cooperativistas del Cerro Rico de Potosí, 2012. *Ad Astra*. 2014;5(1):3–7.
22. Rodriguez-Sabate C, Morales I, Sanchez A, Rodriguez M. The multiple correspondence analysis method and brain functional connectivity: Its application to the study of the non-linear relationships of motor cortex and basal ganglia. *Front Neurosci*. 2017;11:1–18.
23. Restrepo H, Vasques E, Soto M. Diagnóstico Nacional de Condiciones de salud y Trabajo del Sector Informal de la Economía [Internet]. 2008. p. 142. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/DOA/di>

- agnostico-nacional-de-condiciones-de-salud-y-trabajo-de-las-personas-ocupadas-en-el-sector-informal-de-la-economia.pdf
24. Alejo de Paula L, Heredia Gordo J. La guía de atención fisioterapéutica paciente/cliente descrita por la apta en la formación de los fisioterapeutas iberoamericanos. *Mov Científico*. 2011;5(1):90–3.
 25. Asociación Americana de Fisioterapia A. Asociación Americana de Fisioterapia [Internet]. 2019 [cited 2019 Oct 11]. Available from: <http://www.apta.org/>
 26. Romo P, Del Campo T. Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores sanitarios y su valoración mediante cuestionarios de discapacidad y dolor. *Rev la Asoc Esp Espec en Med del Trab*. 2011;1(20):27–33.
 27. Javier A, Lesmes D. Evaluación Clínica Funcional del Movimiento Corporal Humano [Internet]. 1st ed. Panamericana, editor. Bogotá; 2007. 372 p. Available from: [http://cursosdekinesiologia.com/a/Venta De libros/Evaluaci%F3n cl%EDnica funcional del movimiento corporal humano.pdf](http://cursosdekinesiologia.com/a/Venta%20De%20libros/Evaluaci%F3n%20cl%EDnica%20funcional%20del%20movimiento%20corporal%20humano.pdf)
 28. Icontec GTC 45. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. 2010;(571):1–38.
 29. Diego-Mas JA. Evaluación postural mediante el método OWAS. [Internet]. Ergonautas. 2015. Available from: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>, 23-07-2019].
 30. Ospina JM, Manrique FG, Guío JA. Salud y trabajo: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia. *av Enferm* [Internet]. 2010 [cited 2018 Apr 26];XXVIII:107–15. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/aven/v28n1/v28n1a11.pdf>
 31. Vigil L, Gutiérrez R, Cáceres W, Collantes H, Beas J. The Occupational health in high altitude stevedores: The workers of the wholesale markets from Huancayo, 2006. 2007;24(4):336–42.
 32. International Institute for Environment and Development. Minería artesanal y en pequeña escala. In: *MMSD Abriendo Brecha* [Internet]. 2002. p. 431–58. Available from: <http://pubs.iied.org/pdfs/G00687.pdf>
 33. Banco Interamericano de Desarrollo para el Sector Extractivo. El Sector minero en los países de la alianza del pacífico. In 2017. p. 46.
 34. Siegel S, Veiga MM. Artisanal and small-scale mining as an extralegal economy: De Soto and the redefinition of “formalization.” *Resour Policy*. 2009;34(1–2):51–6.
 35. Sana A, De Brouwer C, Hien H. Knowledge and perceptions of health and environmental risks related to artisanal gold mining by the artisanal miners in Burkina Faso: a cross-sectional survey. *Pan African Med Journal* [Internet]. 2017 [cited 2018 Apr 24];27(280):1–14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5660910/pdf/PAMJ-27-280.pdf>
 36. Trabajo M del. II Encuesta Nacional de condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema General de Riesgos Laborales Colombia [Internet]. Bogotá; 2013. p. 1–201. Available from: <https://www.casanare.gov.co/?idcategoria=50581>
 37. INSH. NTP 452 : Evaluación de las condiciones de trabajo : carga postural. In:

- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Españã; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [Internet]. 1997. p. 1–9. Available from: http://www.oect.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NT P/Ficheros/401a500/ntp_452.pdf
38. Chávez-Torres P, Collantes-Villanueva J, Maylle-Durand K. Categorías de riesgo según posturas adoptadas por los obreros de construcción civil de una empresa privada. *Rev Enferm Hered*. 2015;6(1):25.
 39. Wahyudi M, Dania W, Silalahi R. Work Posture Analysis of Manual Material Handling Using OWAS Method. *Agric Agric Sci Procedia* [Internet]. 2015;3:195–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.038>
 40. Baquero Sastre GA. Caracterización de condiciones de flexibilidad muscular y su relación con alteraciones posturales lumbopélvicas TT - Le facteur influençant la flexibilité musculaire et sa relation avec des altérations posturales de la région lombo-pelvienne TT - Charac. *Rev Científica Gen José María Córdova* [Internet]. 2012;10(10):319–30. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862012000200016&lang=en%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/recig/v10n10/v10n10a16.pdf
 41. Castillo M. JA, Cubillos Á, Orozco A, Valencia J. El análisis ergonómico y las lesiones de espalda en sistemas de producción flexible. *Rev Ciencias la Salud*. 2007;5(3):43–57.
 42. Figueroa R, Caicedo D, Echeverry G, Peña M, Méndez F. Condición socioeconómica, patrones de alimentación y exposición a metales pesados en mujeres en edad fértil de Cali, Colombia. *Biomedica*. 2017;37(3):1–40.