

Factores de riesgo relevantes vinculados a molestias musculoesqueléticas en trabajadores industriales.

Relevant risk factors linked to musculoskeletal discomfort in industrial workers.

Mervyn Márquez Gómez¹ & Miguel Márquez Robledo²

Resumen

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) de origen laboral representan una de las enfermedades profesionales más comunes que afectan a gran cantidad de trabajadores industriales. El objetivo de la investigación fue identificar los factores de riesgo relevantes asociados a la existencia de molestias o dolores musculoesqueléticos, según la parte del cuerpo afectada. Para ello se llevó a cabo un estudio transversal de campo, sobre una muestra de 174 trabajadores pertenecientes al área productiva de tres empresas venezolanas del sector cárnico. Para la identificación de TME se utilizó el cuestionario nórdico estandarizado y para la selección de los factores relevantes se emplearon los métodos de minería de datos *CfsSubsetEval* y *ConsistencySubsetEval*, disponibles en Weka. Se encontró una prevalencia general de TME de 77%, destacando los hombros (49,4%) y la espalda (47,1%) como las partes del cuerpo que aquejan a mayor cantidad de trabajadores. Luego de relacionar esta prevalencia con diferentes factores de riesgo biomecánicos, psicosociales e individuales se determinó que los factores que mayor correspondencia presentan con las molestias de los hombros son: la sobrecarga postural, la repetitividad, las exigencias psicológicas y la antigüedad en el puesto de trabajo; mientras que en el caso de las molestias de espalda resaltan: la sobrecarga postural, el levantamiento de cargas, el empuje o arrastre de cargas, el bajo apoyo social y los antecedentes médicos vinculados a TME. Se confirma de esta forma la etiología multifactorial de los TME.

Palabras clave: salud laboral, factores de riesgo, minería de datos, trabajadores, trastornos musculoesqueléticos.

Abstract

Work-related musculoskeletal Disorders (MSDs) are one of the most common occupational diseases, affecting large numbers of industrial workers. The aim of this study was to identify relevant risk factors associated with the presence of musculoskeletal discomfort or pain, according to the affected body part. A cross-sectional field study was conducted in a sample of 174 workers at three Venezuelan meat processing plants. The standardized Nordic questionnaire was used for the identification of MSDs and the *CfsSubsetEval* y *ConsistencySubsetEval* data mining methods, available in Weka, were used to select the relevant factors. MSDs prevalence was 77%; shoulders (49.4%) and back (47.1%) were the most commonly involved body parts. After relating this prevalence to different biomechanical, psychosocial and individual risk factors, those most commonly associated with shoulder discomfort were postural overload, repetitive motion, psychosocial demands and tenure at work. For back discomfort, postural overload, lifting of loads, pushing or pulling loads, low social support and past medical history were the most frequent associations. This study confirms the multifactorial etiology of MSDs.

Keywords: occupational health, risk factors, data mining, workers, musculoskeletal disorders.

¹Magister en Ingeniería Industrial. Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Venezuela. mervyn@unet.edu.ve

²Doctor en sistemas expertos de diseño para manufactura. Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal, Venezuela. mmarquez@unet.edu.ve

Introducción

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) relacionados con el trabajo incluyen una gran cantidad de condiciones inflamatorias y degenerativas dolorosas que afectan los músculos, tendones, ligamentos, articulaciones, nervios y vasos sanguíneos. Éstos abarcan síndromes clínicos (tenosinovitis, epicondilitis, bursitis), trastornos de compresión nerviosa (túnel carpiano, ciática) y osteoartrosis, aunque también otras condiciones menos estandarizadas como mialgias, dolor de espalda, y otros síndromes de dolor localizado no atribuibles a alguna patología conocida (Punnett & Wegman, 2004).

En general, las lesiones traumáticas musculoesqueléticas se subdividen en dos grandes grupos: aquellas que se desarrollan gradualmente y son causadas por el uso excesivo de los diferentes componentes del aparato locomotor, mencionados anteriormente, y aquellas que se producen debido a traumas agudos o fracturas, originadas por accidentes (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2014 y Attwood, Deeb & Danz, 2004). Este trabajo está enfocado en los TME del primer grupo, es decir, aquellos causados por exposición repetida a un tipo de actividad física.

Los TME representan considerables costos e impacto en la calidad de vida, ya que pueden generar mucho dolor y sufrimiento en los trabajadores afectados, disminuir su productividad y calidad en el trabajo, y hasta ocasionar discapacidad (Almagro, Borrero, Paramio, Carmona & Sierra, 2009 y Chandna, Deswal & Pal, 2010). Este tipo de enfermedad se ha extendido a lo largo del mundo y es bastante frecuente en muchos países, en los países miembros de la Unión Europea por ejemplo, los TME constituyen los trastornos de salud más comunes relacionados con el trabajo, representando 59% de todas las enfermedades profesionales reconocidas por las estadísticas europeas en el año 2005, y siendo los responsables de más de 10% de todos los años que se perdieron por discapacidad

en el año 2009 (Organización Internacional del Trabajo - OIT, 2013).

La mayoría de autores coinciden en una etiología multifactorial en el proceso de generación de TME, lo que lo hace aún más complejo de abordar y, por lo tanto, con ciertas limitaciones al momento de implementar programas de intervención orientados a reducir la prevalencia de este tipo de trastornos a nivel laboral. Además, no todos los factores que pudieran intervenir en la ocurrencia de TME relacionados al trabajo, tienen el mismo nivel de correspondencia, por lo que, dependiendo del tipo de trastorno y de la parte del cuerpo afectada, algunos factores de riesgo tendrán mayor importancia que otros.

En este sentido, el objetivo planteado en este estudio fue determinar los factores de riesgo más determinantes en la aparición de TME relacionados al trabajo, según la región del cuerpo afectada. Para ello, en primer lugar, se determinó la prevalencia de molestias musculoesqueléticas en cada zona corporal; luego se evaluaron los posibles factores de riesgo (biomecánicos, psicosociales e individuales) vinculados a TME, de acuerdo a la bibliografía consultada; y, finalmente, se establecieron las correspondencias entre estos factores de riesgo y los distintos TME encontrados, mediante técnicas de minería de datos.

Material y métodos

El estudio tiene inicialmente un nivel descriptivo, el cual viene dado por la caracterización de las molestias musculoesqueléticas percibidas por los trabajadores y los principales factores de riesgo analizados en sus respectivos lugares de trabajo; posteriormente, se tiene un nivel correlacional, representado por las relaciones existentes entre los factores de riesgo y los TME; las investigaciones descriptivas constituyen la base de los estudios de tipo correlacional (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

El estudio, de diseño transversal, fue realizado entre julio de 2014 y marzo de 2015, en

tres industrias venezolanas dedicadas al procesamiento y producción de productos cárnicos, tales como: jamones, salchichas, chorizos, chuletas y otros similares. La muestra estuvo conformada por 174 trabajadores pertenecientes al área operativa de dichas empresas.

Para la recolección de los datos se emplearon diversas técnicas e instrumentos conocidos, basadas en observación directa, encuestas y análisis de videos, todo ello bajo los protocolos de investigación establecidos en la Declaración de Helsinki. De esta forma, se empleó el cuestionario nórdico estandarizado desarrollado por Kuorinka et al. (1987) para conocer la existencia y tipo de molestias musculoesqueléticas presentes en la muestra. Para la evaluación de los factores de riesgo más importantes se utilizaron: el método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) para la sobrecarga postural (McAtamney & Corlett, 1993), el método *Check List* OCRA (*Occupational Repetitive Action*) para la repetitividad de movimientos (Colombini, Occhipinti & Grieco, 2002), la ecuación de NIOSH para el levantamiento de cargas (Universidad Politécnica de Valencia - UPV, 2006), el método ERGO para el empuje y arrastre de cargas (Instituto de Biomecánica de Valencia - IBV, 2011) y el método CoPsoQ-ISTAS21 (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud - ISTAS, 2010 y IBV) para los factores psicosociales. Éste último abarca el análisis de seis dimensiones: exigencias psicológicas, trabajo activo y posibilidades de desarrollo, inseguridad, apoyo social y calidad de liderazgo, doble presencia y, estima.

Adicionalmente, se utilizó un cuestionario para recopilar información sobre factores individuales del trabajador, relacionados a su perfil sociodemográfico, antropométrico y laboral, entre ellos: hábitos relacionados a la realización de labores domésticas, entrenamiento físico y tabaquismo, estatura y peso, antigüedad en el cargo, actividades desarrolladas, realización de sobretiempo y rotación.

Por su parte, para analizar la vinculación entre los distintos factores de riesgo estudiados y los TME se emplearon técnicas de minería de datos, a través de la herramienta Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*) o entorno para el análisis del conocimiento de la Universidad de Waikato de Nueva Zelanda (Witten & Frank, 2005). Esta plataforma ofrece un conjunto de módulos, incluyendo el denominado “selección de atributos”, que permite analizar la relevancia de un grupo de factores sobre un fenómeno en particular, generando subconjuntos de atributos relevantes a partir de distintos métodos de selección y distintas estrategias de búsqueda. Al respecto, se utilizaron los métodos *CfsSubsetEval* y *ConsistencySubsetEval*; el primero basado en correlaciones, intenta obtener el conjunto de atributos más correlacionado con la clase y con menos correlación entre sí, mientras que, el segundo basado en el grado de consistencia en los valores de clase cuando las instancias de entrenamiento son proyectadas en el conjunto.

Una vez obtenidos los distintos subconjuntos de atributos que se derivan de la combinación de los métodos de selección con las diferentes estrategias de búsqueda, se emplearon métodos de clasificación, igualmente disponibles en Weka, para seleccionar el subconjunto de atributos que permita maximizar la proporción de aciertos o instancias clasificadas correctamente. De esta forma se obtendrán el subconjunto de factores que mejor correlacionen con los TME de cada zona del cuerpo.

Resultados

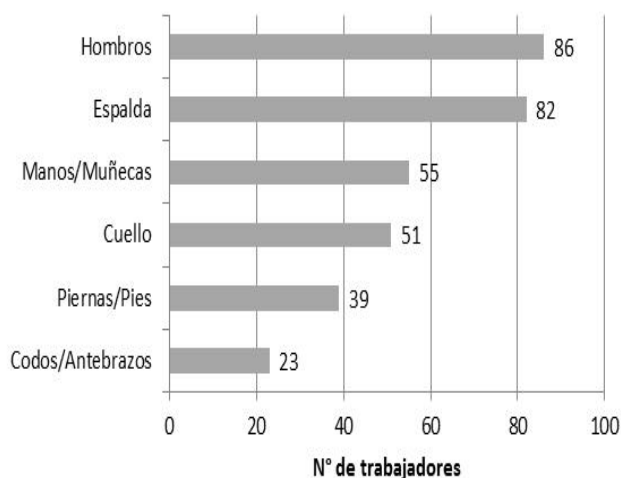
Prevalencia de molestias musculoesqueléticas

Luego de consultados los 174 trabajadores que conforman la muestra, acerca de su posible padecimiento de molestias musculoesqueléticas, utilizando el cuestionario nórdico estandarizado, fue posible conocer la prevalencia de TME. Al respecto, se obtuvo una prevalencia general de molestias musculoesqueléticas de 77% (134 trabajadores), encontrándose sólo 40 personas que manifestaron no sentir o haber sentido molestias de

este tipo en el último año, en alguna de sus partes del cuerpo, es decir, personas saludables desde el punto de vista osteomuscular.

Con el propósito de especificar la localización corporal de tales molestias, el cuerpo humano fue subdividido en seis partes: cuello, hombros, espalda, codos/antebrazos, manos/muñecas y piernas/pies. De esta forma, se encontró que los hombros representan la región más común en donde se localizan las molestias musculoesqueléticas, registrando 49,4% (86 trabajadores) (Figura N° 1); en segundo lugar, la espalda con 47,1% (82 trabajadores), luego las manos y muñecas con 31,6% (55 trabajadores) y el cuello con 29,3% (51 trabajadores).

Figura N° 1. Prevalencia de TME según región del cuerpo



Fuente: Cálculos propios, 2015

Evaluación de factores biomecánicos, psicosociales e individuales

Dentro del conjunto de factores biomecánicos evaluados se encuentran: la sobrecarga postural, la repetitividad de movimientos, el levantamiento de cargas pesadas y el empuje o arrastre de cargas pesadas. En el caso de la sobrecarga postural, el método RULA establece cuatro niveles de actuación en función de si la postura es aceptable (1), si pueden requerirse cambios en la tarea (2), si se requiere el rediseño

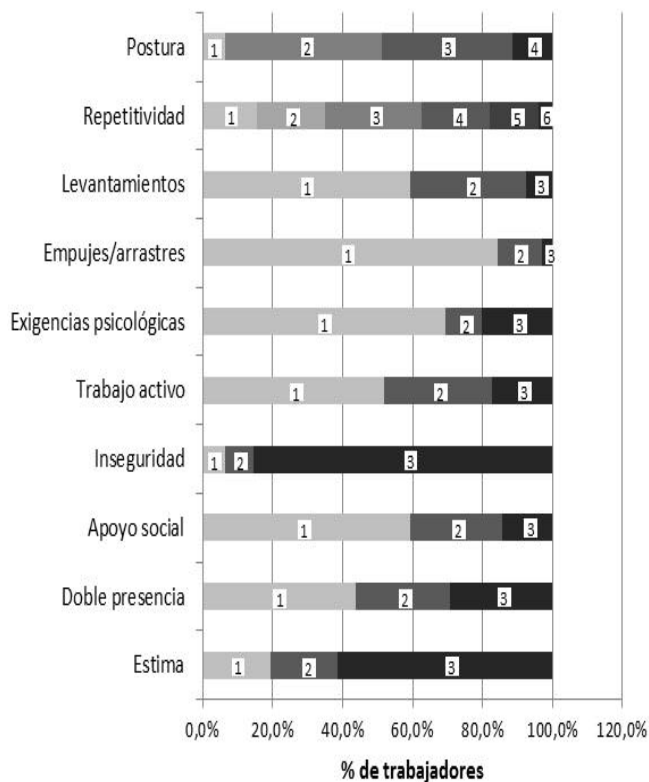
de la tarea (3) o si se requieren cambios urgentes (4); así, en términos generales, se obtuvo que la mayor proporción de trabajadores (44,8%) están expuestos a un nivel de actuación 2, seguido de 37,4% de trabajadores expuestos a un nivel 3.

Desde el punto de vista de la repetitividad de movimientos, el método *check list* OCRA define seis niveles de riesgo diferentes: óptimo (1), aceptable (2), muy ligero (3), ligero (4), medio (5) y alto (6); de esta forma, el nivel de riesgo más frecuente entre los trabajadores consultados, es el nivel 3, al cual se expone 27,6% de la muestra, seguido de los niveles de riesgo 2 y 4, al que se exponen 19,5% de personas, en cada caso.

Los factores de riesgo biomecánico referidos al levantamiento de cargas (valorado mediante la ecuación de NIOSH) y el empuje o arrastre de cargas (evaluado por el método ERGO) son categorizados en tres niveles de riesgo: aceptable (1), moderado (2) y alto o inaceptable (3). Así, se consiguió que la mayor proporción de trabajadores se encuentra expuesto a un nivel de riesgo aceptable (1), desde el punto de vista del levantamiento de cargas, registrándose un total de 59,2% del personal encuestado, mientras que en el caso del empuje de cargas (84,5%) se ubican igualmente en el nivel aceptable (1). Cabe destacar que no todos los trabajadores realizan tareas que ameriten manipulación de cargas, de allí que los niveles aceptables predominen en la muestra analizada.

Con relación a los factores psicosociales, las seis dimensiones consideradas fueron evaluadas mediante el método CoPsoQ-ISTAS21, el cual categoriza el nivel de exposición en tres clases: más favorable (1), intermedio (2) y más desfavorable (3). De esta forma, resaltan los factores de inseguridad y estima con la mayor proporción de casos en el nivel 3 (más desfavorable), con 85,6% y 61,5%, respectivamente. En la Figura N° 2 se presenta la distribución de trabajadores según el nivel de riesgo al que se encuentran expuestos, en cada factor evaluado.

Figura N° 2. Distribución de niveles de riesgo según factores evaluados



Fuente: Cálculos propios, 2015

Desde el punto de vista de los factores individuales, resalta que la muestra de trabajadores es mayoritariamente hombres (81%), con una edad media de 34,9 años, y un índice de masa corporal medio de 27,9 Kg/m², valor que corresponde al nivel de pre-obesidad (sobre peso) según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016). Adicionalmente, se halló que 93,7% de la muestra consultada no fuma y que 27% presenta antecedentes médicos relacionados a TME de diferente índole. Otros datos laborales indican que 47,1% de los encuestados trabajan sobretiempo, 58% rota entre distintos puestos de su área de trabajo, y que la antigüedad en el actual cargo promedia 5,6 años.

Factores de riesgo relevantes vinculados a TME

Conocida la prevalencia de TME y los potenciales factores de riesgo vinculados a cada

trabajador y/o trabajo, se construyó una matriz contentiva de 174 filas, representando a cada trabajador consultado, y 20 columnas, referidas a los factores evaluados. Estos factores son: (1) sobrecarga postural, (2) repetitividad, (3) levantamientos, (4) empujes/arrastres, (5) exigencias psicológicas, (6) trabajo activo y posibilidades de desarrollo, (7) inseguridad, (8) apoyo social y calidad de liderazgo, (9) doble presencia, (10) estima, (11) edad, (12) género, (13) índice de masa corporal, (14) hábito de tabaquismo, (15) antecedentes médicos vinculados a TME, (16) frecuencia de realización de labores domésticas, (17) frecuencia de realización de entrenamiento físico, (18) antigüedad en el cargo, (19) realización de sobre tiempo y (20) rotación entre puestos de trabajo.

Sin embargo, se espera que no todos estos factores tengan el mismo grado de correspondencia con las molestias musculoesqueléticas, por lo que se procedió a identificar los factores más relevantes asociados a los TME de cada región corporal. Para ello, en primer lugar, se generaron distintos subconjuntos de factores, de acuerdo a dos métodos de selección de atributos: *CfsSubsetEval* y *ConsistencySubsetEval* (disponibles en Weka), los cuales se combinaron con distintas estrategias de búsqueda tales como: *BestFirst*, *ExhaustiveSearch*, *GeneticSearch*, *GreedyStepwise*, *LinearForwardSelection*, *RandomSearch*, *RankSearch*, *ScatterSearchVI* y *SubsetSizeForwardSelection*.

De esta manera, en la Tabla N° 1 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de los algoritmos de selección mencionados, sobre el fichero de datos, para el caso específico de las molestias en los hombros. Como puede visualizarse, se generaron seis subconjuntos diferentes, que van desde 12 hasta 3 factores; siendo los más repetitivos los identificados con los números 1, 2 y 18, es decir: sobrecarga postural, repetitividad de movimientos y antigüedad en el cargo. También se mencionan algunos de los algoritmos (método de selección junto a estrategia de búsqueda) que permitieron obtener cada subconjunto.

Tabla N° 1. Subconjuntos generados para las molestias de hombros

Subconjunto	N° Factores	Factores	Algoritmo
1	12	1 - 2 - 4 - 5 - 7 - 8 - 9 11 - 12 - 13 - 17 - 18	<i>ConsistencySubsetEval</i> + <i>RandomSearch</i>
2	9	1 - 2 - 4 - 5 - 8 - 11 - 12 18 - 19	<i>ConsistencySubsetEval</i> + <i>GeneticSearch</i>
3	6	1 - 2 - 4 - 5 - 12 - 18	<i>ConsistencySubsetEval</i> + <i>BestFirst</i>
4	4	1 - 2 - 12 - 18	<i>CfsSubsetEval</i> + <i>RandomSearch</i>
5	4	1 - 2 - 5 - 18	<i>ConsistencySubsetEval</i> + <i>GreedyStepwise</i>
6	3	1 - 2 - 18	<i>CfsSubsetEval</i> + <i>BestFirst</i>

Fuente: algoritmos corridos en Weka, 2015

Para decidir cuál es el subconjunto que ofrece la mayor correspondencia con la prevalencia de molestias de hombros, se determinó y comparó el porcentaje de instancias clasificadas correctamente (precisión) al emplear diversos métodos de clasificación (igualmente disponibles en Weka). Dentro de los métodos de clasificación

utilizados se incluyen aquellos basados en: reglas y árboles de decisión, redes neuronales, regresión logística y aprendizaje bayesiano. De esta manera, en la Tabla N° 2 se señalan los porcentajes de precisión obtenido para cada subconjunto de factores, agregando la alternativa de considerar los veinte factores originales.

Tabla N° 2. Precisión obtenida con cada subconjunto de factores para molestias de hombros

Alternativa	Clasificador(es)	Precisión (%)
Todos los factores	<i>SimpleLogistic</i>	82,18
Subconjunto 1	<i>RandomForest</i>	81,61
Subconjunto 2	<i>NaiveBayes / Logistic / SMO / FT</i>	81,03
Subconjunto 3	<i>RandomForest</i>	82,18
Subconjunto 4	<i>RBFNetwork / SMO</i>	82,18
Subconjunto 5	<i>FT</i>	83,33
Subconjunto 6	<i>FT</i>	82,76

Fuente: Resultados obtenidos en Weka, 2015

Por lo tanto, el subconjunto que permite obtener la mayor precisión de clasificación de TME de hombros (83,33%) viene dado por los factores 1, 2, 5 y 18 (subconjunto 5), es decir, la sobrecarga postural, la repetitividad de movimientos, las exigencias psicológicas y la antigüedad en el cargo.

De forma similar, se realizó el análisis de las molestias musculoesqueléticas reportadas en la región de la espalda, el cuello, las manos y muñecas, los codos y antebrazos, y las piernas y pies.

En la Tabla N° 3 se presentan los factores que mayor correspondencia registraron con los TME de cada parte del cuerpo analizada. Puede notarse que algunos factores como la sobrecarga postural, la repetitividad de movimientos o los antecedentes médicos vinculados a TME, son comunes para diferentes áreas afectadas, mientras que otros factores como la inseguridad, la estima, la realización de actividades domésticas entrenamiento físico, carecen de relevancia para todos los tipos de molestias considerados.

Tabla N° 3. Factores relevantes según la zona corporal afectada

Atributo	TME					
	Hombros	Espalda	Manos	Cuello	Piernas	Brazos
1. Sobrecarga postural	✓	✓	✓	✓		
2. Repetitividad de movimientos	✓		✓	✓		
3. Levantamiento de cargas		✓				
4. Empuje o arrastre de cargas		✓				✓
5. Exigencias psicológicas	✓			✓	✓	
6. Trabajo activo y posib. de desarrollo						
7. Inseguridad						
8. Apoyo social y calidad de liderazgo		✓				
9. Doble presencia						
10. Estima						
11. Edad						
12. Género			✓			
13. Índice de masa corporal					✓	
14. Hábito de tabaquismo						
15. Antecedentes médicos de TME		✓	✓			
16. Realización de labores domésticas			✓			
17. Realización de entrenamiento físico						
18. Antigüedad en el cargo	✓					
19. Realización de sobretiempo						✓
20. Rotación entre distintos puestos			✓			

Fuente: Análisis propio a partir de resultados de Weka, 2015

Discusión

La prevalencia de molestias musculoesqueléticas en los trabajadores de la industria cárnica encontrada en este estudio (77%), es similar a la obtenida en otras investigaciones realizadas en el sector industrial; por ejemplo, Öztürk & Esin (2011) encontraron una prevalencia general de 65% en las trabajadoras de costura de una empresa textil, destacando el tronco (62,5%), cuello (50,5%) y los hombros (50,2%); entre tanto, Ilardi (2012) halló una prevalencia de 80% de síntomas de TME de mano y muñeca en trabajadores de la industria del salmón, específicamente en tareas de deshuese; seguido por los hombros en un 60% y los brazos y codos en 50%. Si bien los niveles de prevalencia de TME en hombros es semejante en los tres escenarios (entre 50 y 60%), las partes del cuerpo más críticas difieren entre ellos; en el caso aquí presentado la más, comúnmente, afectada son los hombros, mientras que en las trabajadoras textiles es el tronco y en los trabajadores de la industria del pescado son las manos y muñecas; no obstante, la

importancia que representan los TME es indiscutible.

De acuerdo a los resultados encontrados, los factores identificados como los más importantes asociados a las molestias musculoesqueléticas de cada parte del cuerpo ratifican que el origen de la enfermedad es multifactorial y complejo, en el cual intervienen no solo factores de tipo biomecánico, sino psicosociales y hasta individuales.

En el caso de las molestias en hombros, que constituye la zona que afecta a mayor cantidad de trabajadores (49,4%), se determinó que la sobrecarga postural (biomecánico), la repetitividad (biomecánico), las exigencias psicológicas (psicosocial) y la antigüedad en el cargo (individual) representa el subconjunto de factores que mayor correspondencia tiene con la ocurrencia del trastorno. Algunas investigaciones consultadas (Bodín et al., 2012; Flores & Bastías, 2011 y Bernard, 1997) coinciden en asociar los factores biomecánicos de posturas y repetitividad con los

TME de hombros, pero en ellas no se contemplaron factores de índole psicosocial. Sin embargo, en el estudio realizado por Devereux, Rydstedt, Kelly, Weston & Buckle (2004) sí se presentaron evidencias de la vinculación entre las quejas de molestias de hombros y factores psicosociales (apoyo social bajo, baja recompensa, ambigüedad sobre el futuro laboral), factores biomecánicos (postura, repetitividad y levantamiento de cargas) e inclusive individuales (edad y género); los cuales, aunque no concuerdan exactamente con los aquí encontrados, si dan cuenta del origen multicausal.

La segunda parte del cuerpo que más afecta a los trabajadores considerados en el estudio, es la espalda (47,1%); este tipo de molestias se vinculó principalmente a los factores biomecánicos: sobrecarga postural, levantamiento de cargas y actividades de empujes o arrastres de cargas, así como al bajo apoyo social (psicosocial) y la existencia de antecedentes médicos de TME (individual). Estos resultados tienen una alta coincidencia con los hallados en otras investigaciones consultadas (Bernard, 1997; Meksawi, Tangtrakulwanich & Chongsuvivatwong, 2012; Tinubu, Mbada, Oyeyemi & Fabunmi, 2010; Camargo, Orozco & Herrera, 2008 y Elders & Burdorf, 2001) realizadas en distintos ámbitos laborales, especialmente, en lo que corresponde a los factores de riesgo biomecánico, ya que resalta fundamentalmente las posturas, el levantamiento y manipulación de cargas como los factores que mayor relación presentan con las molestias a nivel de espalda.

En cuanto a factores psicosociales, si bien en algunas investigaciones se han planteado vínculos importantes con las molestias de espalda, solo en los trabajos consultados de Meksawi et al. (2012), Widanarko et al. (2012) y Bongers, de Winter, Kompier & Hildebrandt (1993) hubo coincidencia en cuanto a señalar el pobre apoyo social de supervisores y compañeros como un factor contribuyente en TME de espalda.

En general, los hallazgos encontrados constituyen el preámbulo para la construcción de modelos que permitan dar una explicación al fenómeno de aparición de TME, así como también para la predicción de este tipo de enfermedad que afecta a gran cantidad de trabajadores, y en particular en la industria cárnica. La predicción es la base de la prevención efectiva.

Conclusiones

Se encontró que las partes del cuerpo más comúnmente afectadas en el sector industrial estudiado, fueron los hombros y la espalda, según lo manifestaron 86% y 82% de los trabajadores consultados, respectivamente. Luego se ubicaron las manos y muñecas (55%), la región del cuello (51%), las extremidades inferiores (39%), finalizando con los codos y antebrazos (23%), la cual representó la zona corporal con menor prevalencia de molestias.

Se determinaron los factores de riesgo más importantes asociados a la presencia de molestias musculoesqueléticas reportadas por los trabajadores encuestados, resaltando que estos factores no solo correspondieron a variables de tipo biomecánicas, sino también a variables psicosociales e individuales. Al respecto se encontró que las molestias a nivel de los hombros estuvieron vinculadas a un mayor nivel de riesgo por sobrecarga postural, mayor nivel de riesgo por repetitividad de movimientos, exposiciones más desfavorables desde el punto de vista de exigencias psicológicas y a una mayor antigüedad en el cargo desempeñado. Por su parte, las molestias en la región de la espalda se asociaron más bien a niveles más altos de manipulación de cargas (levantamientos y empujes o arrastres), nivel de riesgo más alto por sobrecarga postural, a un apoyo social más desfavorable y al hecho de que el trabajador hubiese tenido antecedentes médicos relacionados a molestias musculoesqueléticas.

Se deduce de la investigación que en general, el factor de riesgo biomecánico de mayor impacto sobre las molestias musculoesqueléticas, fue la sobrecarga postural, al vincularse con la presencia de molestias a nivel de los hombros, espalda, cuello y manos, constituyendo el aspecto que amerita una mayor atención en el sector industrial considerado.

Por otro lado, el factor psicosocial que se asoció a un mayor número de molestias y que, por lo tanto, merece especial atención, fue el de las exigencias psicológicas a las cuales se expone el

trabajador. Mientras que el factor individual más relevante son los antecedentes médicos que haya tenido el trabajador relacionado a su sistema musculoesquelético, lo que refleja la importancia de la reincidencia de las molestias.

Los resultados preliminares hallados en este estudio constituyen una fuente importante para los procesos de intervención preventiva a nivel industrial, y representan la base en la construcción de modelos predictivos para el análisis de puestos de trabajo con características similares.

Referencias Bibliográficas

- Almagro, B., Borrero, J., Paramio, G., Carmona, J. & Sierra, A. (2009). Trastornos musculoesqueléticos en el personal de administración y servicios de la Universidad de Huelva. *Revista Digital de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 1, 1-20.
- Attwood, D., Deeb, J. & Danz, M. (2004). *Ergonomic solutions for the process industries*. Burlington: Elsevier.
- Bernard, B. (1997). *Musculoskeletal disorders and workplace factors*. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health.
- Bodín, J., Ha, C., Petit, A., Sérazin, C., Descatha, A., Leclerc, A., ... & Roquelaure, Y. (2012). Risk factors for incidence of rotator cuff syndrome in a large working population. *Scand J Work Env Hea*, 38(5), 436-446.
- Bongers, P., de Winter, C., Kompier, M. & Hildebrandt, V. (1993). Psychosocial factors at work and musculoskeletal disease. *Scand J Work Env Hea*, 19(5), 297-312.
- Camargo, D., Orozco, L. & Herrera, E. (2008). Dolor de cuello / hombros y espalda en adolescentes. Prevalencia y factores asociados. *Salud UIS*, 40(2), 71-82.
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2014). *Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs)*. Retrieved from <http://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/mirsi.html>
- Chandna, P., Deswal, S. & Pal, M. (2010). Semi-supervised learning based prediction of musculoskeletal disorder risk. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 3(4), 291-295.
- Colombini, D., Occhipinti, E. & Grieco, A. (2002). *Risk assessment and management of repetitive movements and exertions of upper limbs*. Amsterdam: Elsevier.
- Devereux, J., Rydstedt, L., Kelly, V., Weston, P. & Buckle, P. (2004). *The role of work stress and psychological factors in the development of musculoskeletal disorders. Health and Safety Executive Research Report 273*. Sudbury: HSE Books.

- Elders, L. & Burdorf, A. (2001). Interrelations of risk factors and low back pain in scaffolders. *Occup Environ Med*, 58, 597-603.
- Flores, R. & Bastías, M. (2011). Determinación de enfermedad profesional y estudio de puesto de trabajo. *Ciencia y Trabajo*, 13(39), 36-43.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México, DF: Mc Graw-Hill.
- Ilardi, J. (2012). Relationship between productivity, quality and musculoskeletal disorder risk among deboning workers in a Chilean salmon industry. *Work*, 41, 5.334-5.338.
- Instituto de Biomecánica de Valencia - IBV. (2011). *Ergo/IBV. Evaluación de riesgos ergonómicos*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud - ISTAS. (2010). *Manual del método CoPsoQ-istas21 (versión 1.5) para la evaluación y prevención de los riesgos psicosociales*. Barcelona: Centro de Referencia de Organización del Trabajo y Salud.
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sorensen, F., Andersson, G. & Jorgensen, K. (1987). Standardised nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*, 18(3), 233-237.
- McAtamney, L. & Corlett, N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl Ergon*, 24(2), 91-99.
- Meksawi, S., Tangtrakulwanich, B. & Chongsuvivatwong, V. (2012). Musculoskeletal problems and ergonomic risk assessment in rubber tappers: A community-based study in southern Thailand. *Int J Ind Ergonom*, 42, 129-135.
- Organización Internacional del Trabajo - OIT. (2013). *La prevención de las enfermedades profesionales*. Ginebra: OIT.
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2016). Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva N° 311. Extraído de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Öztürk, N. & Esin, M. (2011). Investigation of musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors among female sewing machine operators in Turkey. *Int J Ind Ergonom*, 41, 585-591.
- Punnett, L. & Wegman, D. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol*, 14, 13-23.
- Tinubu, B., Mbada, C., Oyeyemi, A. & Fabunmi, A. (2010). Work-related musculoskeletal disorders among nurses in Ibadan, south-west Nigeria: a cross-sectional survey. *BMC Musculoskel Dis*, 11, 12. doi:10.1186/1471-2474-11-12
- Universidad Politécnica de Valencia - UPV. (2006). Niosh (Ecuación revisada de Niosh). Recuperado de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>
- Widanarko, B., Legg, S., Stevenson, M., Devereux, J., Eng, A., Mannetje, A., ... & Pearce, N.

-
- (2012). Gender differences in work-related risk factors associated with low back symptoms. *Ergonomics*, 55(3), 327-342.
- Witten, I. & Frank, E. (2005). *Data mining. Practical machine learning tools and techniques*. 2a. ed. San Francisco: Elsevier.

Fecha de recepción: 17 de marzo de 2016
Fecha de aceptación: 30 de julio de 2016