



Acta Universitaria  
ISSN: 0188-6266  
actauniversitaria@gmail.com  
Universidad de Guanajuato  
México

# Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad

---

**Balderas López, Maribel; Zamora Macorra, Mireya; Martínez Alcántara, Susana**

Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad

Acta Universitaria, vol. 29, 2019

Universidad de Guanajuato, México

**Disponible en:** <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41659210019>

**DOI:** <https://doi.org/10.15174/au.2019.1913>

# Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad

Musculoskeletal disorders in workers of tire manufacturing:  
analysis of the work process and risk of the activity

Maribel Balderas López [balderasmaribel@gmail.com](mailto:balderasmaribel@gmail.com)

*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

Mireya Zamora Macorra

*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

Susana Martínez Alcántara

*Universidad Autónoma Metropolitana, México*

Acta Universitaria, vol. 29, 2019

Universidad de Guanajuato, México

Recepción: 28 Abril 2017

Aprobación: 09 Julio 2018

Publicación: 03 Mayo 2019

DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2019.1913>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41659210019>

**Resumen:** La morbilidad osteoarticular es uno de los padecimientos más frecuentes a nivel mundial tanto en países industrializados como en vías de desarrollo. El objetivo de este estudio fue evaluar la asociación de las exigencias del proceso de trabajo de manufactura de neumáticos con la presencia de lumbalgia y trastornos musculoesqueléticos. También, se evaluó el riesgo de lesión dorsolumbar en un puesto de trabajo por manejo manual de cargas. Mediante un diseño transversal, se estudiaron a 185 operadores que realizan actividades operativas en una planta de producción y distribución de neumáticos. Se encontró una prevalencia de lumbalgia de 20% y de trastornos musculoesqueléticos en extremidades superiores e inferiores de 30%, que se asoció al manejo manual de cargas. Se encontró un riesgo elevado para el desarrollo de lesión dorsolumbar. Se propone reforzar las medidas que mitiguen o minimicen los daños músculo esqueléticos derivados del proceso técnico.

**Palabras clave:** Trastornos musculoesqueléticos, lumbalgia, Ergo, IBM, neumáticos.

**Abstract:** Osteoarticular morbidity of occupational origin is estimated at 30%, both in industrialized and developing countries. Therefore, the objective of this study was to evaluate the association of low back pain, musculoskeletal disorders, and the demands of the work process of tire manufacturing. Also, the risk of back injury in a job by manual handling of loads was evaluated. This is a cross-sectional study. The sample consisted of 185 operators that carry out production activities. The results showed a prevalence of low back pain of 20% and musculoskeletal disorders in upper and lower limbs of 30%, in relation to the risk of manual handling of loads. A high risk was found for the development of dorsolumbar injury. It is concluded that there is a need to reinforce measures that mitigate or minimize musculoskeletal damages derived from the inherent requirements of the technical process.

**Keywords:** Musculoskeletal disorders, low back pain, Ergo, IBM, tires.

## INTRODUCCIÓN

Alrededor de 160 millones de personas a nivel mundial sufren anualmente de enfermedades no mortales relacionadas con la ocupación de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (2013). Esto es, en gran parte, debido a los cambios tecnológicos, sociales y económicos que han contribuido a la creación de nuevos riesgos, o bien agudizando los ya

existentes, entre ellos los trastornos musculoesqueléticos (TME). Estos trastornos representan uno de los padecimientos laborales más frecuentes, tanto en países industrializados como en vías de desarrollo (Riihimäki & Viikari, 2014). Se estima que cerca del 30% de la morbilidad ocupacional corresponde a este tipo de patologías, las cuales afectan la calidad de vida de los trabajadores y representan un costo económico en términos de días laborales perdidos, incapacidades, ausentismo, jubilaciones anticipadas, gastos por exámenes diagnósticos y tratamientos (Jiménez, 2014).

En el año 2004, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define a los TME como problemas de salud del aparato locomotor que abarcan: músculos, tendones, esqueleto óseo, cartílagos, ligamentos y nervios. Los individuos pueden presentar desde molestias leves y pasajeras hasta lesiones irreversibles y discapacitantes, muchas de ellas causadas o intensificadas por el trabajo. A este respecto, la OMS (2004) señala como factores que influyen en el desarrollo de TME los siguientes: ejercer demasiada fuerza, manipulación manual de cargas por periodos prolongados, manipulación de objetos de manera repetida y frecuente, trabajar en posturas perjudiciales, esfuerzo muscular estático, inactividad muscular, movimientos repetitivos, exposición a vibraciones, factores ambientales, riesgos físicos y factores psicosociales.

Especialmente, el dolor de espalda baja es un padecimiento que afecta a millones de personas, representa la primera causa de incapacidad temporal por enfermedad general, de acuerdo con el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, 2012), constituye un costo muy alto en tratamientos y afecta la vida cotidiana. Se estima que hasta el 80% de la población lo ha padecido en algún momento de su vida; de este porcentaje aproximadamente el 70% alcanza la recuperación en un mes, el 4% hasta en seis meses y el 30% puede presentar cuadros repetitivos, (Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS], 2011). Por su parte, Hoy *et al.* (2012) encontraron una prevalencia global de lumbalgia de 30% en 165 estudios de 54 países realizados entre los años 1980 y 2009.

A nivel nacional, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) dio a conocer en el año 2015 el reporte de casos por morbilidad osteoarticular clasificados como riesgos de trabajo, estos presentaron un incremento durante el periodo 2011 al 2015; entre los que se pueden mencionar son el síndrome del túnel carpiano que de 147 casos en el año 2011 pasó a 540 en el 2015 y las lesiones del hombro de 140 a 516 en el mismo periodo, lo que representa un incremento de más del triple en este periodo.

Con relación a la etiología, se estima que la manipulación de cargas es la responsable del 34% de los TME, dando origen a lesiones musculares y ligamentosas de la espalda, brazos y manos; en tanto que las posturas forzadas pueden afectar a los huesos, músculos y ligamentos de la espalda, esta exigencia es la causa del 45% de este tipo de trastornos. Las actividades desempeñadas por peones de minería, construcción, industria manufacturera y transporte son los más perjudicados.

Por último, los movimientos repetitivos de los brazos originan el desarrollo de tenosinovitis y síndrome del túnel carpiano, aproximadamente el 58% de los casos se le atribuye a esta exigencia; los

trabajadores más afectados son los operadores de máquinas y montadores (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 2000).

De acuerdo con la OMS (2004), los daños aparecen cuando el esfuerzo mecánico supera la capacidad de carga de los componentes del aparato locomotor. Este organismo internacional clasifica a estas lesiones en dos tipos: las primeras en agudas y dolorosas, causadas por un esfuerzo intenso y breve el cual ocasiona falla en la estructura y función de algunos segmentos anatómicos, por ejemplo, el desgarro muscular al levantar peso excesivo, las fracturas óseas ocasionadas por una caída o el bloqueo de una articulación vertebral a consecuencia de un movimiento brusco; las segundas en crónicas y duraderas, estas son consecuencia del esfuerzo permanente, producen dolor y disfunción creciente; entre ellas el desgarro de los ligamentos por esfuerzos repetidos, la tenosinovitis, el espasmo muscular o la rigidez muscular.

Uno de los sectores industriales donde ocurren con mayor frecuencia este tipo de padecimientos es el manufacturero; por ejemplo, en EUA esta actividad económica representa el 13% de la fuerza laboral y aproximadamente 16 millones de personas laboran en alguna empresa fabril de alimentos, bebidas, tabaco, madereros, metales y metalúrgicos; tan solo en esta población la tasa de incidencia de TME es de 41/10 000 (Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional, 2015).

Para el caso de México, el 16% de las actividades económicas corresponde al ramo manufacturero, clasificándose en diez grupos: producción de alimentos, bebidas, tabaco; maquinaria, equipo; derivados del petróleo y del carbón; industrias químicas del plástico y del hule; industrias metálicas, productos a base de minerales no metálicos; industrias textiles, cuero; papel; madera y muebles (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2017).

Cifras del IMSS (2015), arrojaron que durante el año 2015 se presentaron 3230 casos de enfermedades del sistema osteoarticular equivalente al 26.8% del total de riesgos calificados como enfermedad profesional. Por otra parte, el Instituto Nacional de Rehabilitación (2014) llevó a cabo un estudio en pacientes atendidos en sus instalaciones por patologías musculoesqueléticas; como resultado el 11.5% de los 3508 casos informaron realizar actividades de oficiales operarios, artesanos de artes mecánicas, diversos oficios, operadores de instalaciones, máquinas y montadores.

A pesar del significativo número de personas que el sector manufacturero ocupa, los procesos no cambian; siguen siendo repetitivos y pesados, haciéndolos extenuantes para los operadores; lo cual ha venido generando la aparición de trastornos en la salud como los musculoesqueléticos; problemática que guarda una relación estrecha con las nuevas formas de organización, la flexibilidad de la fuerza de trabajo, el menor control de los procesos técnicos y el incremento de los requerimientos productivos.

Bajo este contexto de nocividad, la presente investigación tuvo dos objetivos centrales, el primero, identificar la presencia de lumbalgia y otros trastornos musculoesqueléticos asociados con los riesgos y exigencias

presentes en el proceso laboral de una empresa dedicada a la manufactura de neumáticos; el segundo, fue evaluar el riesgo de lesión dorsolumbar en un puesto de trabajo derivado del manejo manual de cargas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal en una empresa manufacturera de neumáticos en la zona metropolitana de la Ciudad de México durante el mes de diciembre de 2015. Se conformó una muestra por conveniencia de 185 trabajadores del área de producción. La recolección de datos se hizo mediante la aplicación de una encuesta de tipo epidemiológico que deriva del Programa de Evaluación y Seguimiento de la Salud de los Trabajadores (Proessat) (Noriega *et al.*, 2000). Se indagó sobre: datos generales, condiciones de trabajo, riesgos y exigencias asociados a lumbalgia y trastornos musculoesqueléticos en extremidades superiores e inferiores. El análisis de datos se llevó a cabo con el programa estadístico JMP versión 8.0 y Stata 12.0. Se calcularon razones de prevalencia, se realizó análisis multivariado de conglomerados y análisis de correspondencia, estableciendo el nivel de significancia estadística en  $p < 0.05$  y el intervalo de confianza al 95%.

El diagnóstico de trastornos musculoesqueléticos se construyó con la pregunta *¿ha padecido en el último año alguna lesión que le dificulte o impida trabajar, en alguna de las siguientes partes del cuerpo? cuello; hombros, codos, muñecas o manos; espalda, cintura, caderas o asentaderas; muslos, rodillas, tobillos o pies;* y respondiendo afirmativamente a por lo menos una opción. En el caso del diagnóstico de lumbalgia, se construyó cuando el trabajador respondió afirmativamente a por lo menos una de las preguntas: *¿ha tenido mucho dolor en la parte baja de la espalda? y ¿en caso afirmativo el dolor se corre a la pierna?*

Para la evaluación biomecánica del riesgo del puesto de *bajador de llantas* se utilizó el *software* Ergo/IBM 10.0 que utiliza un registro en video representativo de la actividad del puesto evaluado. Se usó el módulo de evaluación de manejo manual de cargas múltiple, y las subtarefas levantamiento y transporte; el programa realiza los cálculos que determinan el nivel de riesgo de lesión dorsolumbar del área de vulcanizado. A partir de la ecuación de L National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) revisada, la Guía Técnica del INSHT, las tablas de Snook y Ciriello y la norma UNE-EN 1005-2 (Instituto de Biomecánica de Valencia [IBV], 2010). Se genera un reporte que calcula el nivel del riesgo (riesgo aceptable: índice  $\leq 1$ , riesgo moderado:  $1 < \text{índice} < 1.6$  o inaceptable: índice  $\geq 1.6$ ).

## RESULTADOS

Participaron 185 trabajadores del sexo masculino, cuya edad promedio fue de 42.2 años ( $DE \pm 9.7$ ); de los cuales 50% tienen estudios de preparatoria o carrera técnica, 90% viven con su pareja y esa

misma proporción tiene hijos. El 57% se desempeña en actividades de construcción y ensamblado, el 22% en servicios generales, el 16% en vulcanizado y tan solo un 5% en embarques. En cuanto a la antigüedad en la empresa, en promedio la población tiene 16.2 años ( $DE \pm 7.6$ ).

Respecto a las principales exigencias laborales reportadas, se relacionaron con la cantidad e intensidad del trabajo (repetitividad) y con el tipo de actividad en el puesto (movimientos, posturas y manejo de cargas que requieren un sobre esfuerzo con diferentes estructuras anatómicas), la prevalencia de TME fue de 30% ( $n = 55$ ) y de lumbalgia 20% ( $n = 37$ ).

#### a) Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en extremidades superiores e inferiores

En la tabla 1 se observa la asociación entre diversas exigencias y los trastornos musculoesqueléticos. El esfuerzo físico muy pesado ( $p = 0.0168$ ) y el levantamiento de pesos mayores de 30 kg ( $p = 0.0338$ ) repercutió en la prevalencia de estos trastornos en 1.3 veces. Por otro lado, el levantamiento de diversos objetos desde el nivel del piso ( $p = 0.0146$ ) y entre las rodillas y el pecho ( $p = 0.0304$ ) aumentó en la misma proporción la prevalencia del padecimiento.

**Tabla 1**

Principales exigencias disergonómicas asociadas al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (sin incluir lumbalgia) en trabajadores de una empresa manufacturera de neumáticos, México, 2015.

| <div> <div>Tabla 1</div> <div>Principales exigencias disergonómicas asociadas al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (sin incluir lumbalgia) en trabajadores de una empresa manufacturera de neumáticos, México, 2015.</div> </div> |                                 |    |     |             |             |
|--|---------------------------------|----|-----|-------------|-------------|
| Variable   | Tasa de exposición <sup>^</sup> |    | RP  | $\chi^2, p$ | IC 95%      |
|  | Sí                              | No |     |             |             |
| Realizar esfuerzo físico muy pesado  | 73                              | 54 | 1.3 | 0.0168      | 1.07 - 1.69 |
| Cargar, empujar o jalar > 30 kg  | 78                              | 62 | 1.3 | 0.0338      | 1.03 - 1.53 |
| Levantar objetos desde el nivel del piso   | 75                              | 55 | 1.3 | 0.0146      | 1.08 - 1.67 |
| Levantar desde alturas entre las rodillas y el pecho   | 80                              | 65 | 1.2 | 0.0304      | 1.01 - 3.27 |
| Esfuerzo con la espalda o cintura  | 89                              | 75 | 1.2 | 0.0349      | 1.03 - 1.35 |
| Esfuerzo con las piernas   | 89                              | 71 | 1.2 | 0.0075      | 1.08 - 1.45 |
| Movimientos por encima o detrás de los hombros   | 23                              | 14 | 1.6 | 0.0269      | 1.08 - 3.59 |
| Trabajar con los hombros tensos  | 71                              | 47 | 1.5 | 0.0032      | 1.16 - 1.92 |
| Torcer o mantener tensas las muñecas   | 69                              | 51 | 1.4 | 0.0221      | 1.06 - 1.73 |

<sup>^</sup>Tasa de exposición por 100 trabajadores. Razón de prevalencia (RP). Significancia (p). Intervalo de confianza (IC).

Fuente: Elaboración propia

Condiciones disergonómicas como los movimientos forzados de la espalda o cintura ( $p = 0.0349$ ) con las piernas ( $p = 0.0075$ ), por encima o detrás de los hombros ( $p = 0.0269$ ); así como la tensión muscular sostenida de hombros ( $p = 0.0032$ ) y muñecas ( $p = 0.0221$ ) aumentaron la prevalencia del padecimiento entre 20% y 60% (tabla 1).



*b) Prevalencia de lumbalgia*

La tabla 2 muestra la asociación entre diversas exigencias disergonómicas y la posibilidad de presentar lumbalgia. Dado que las tareas de esta empresa demandan en los operarios trabajo intenso, se encontró un incremento de 40% en la prevalencia del padecimiento en los trabajadores que reportan realizar un esfuerzo físico muy pesado ( $p = 0.0247$ ). Es evidente el impacto que esto tiene sobre la columna vertebral, sobre todo si se realiza por largo tiempo durante la jornada. Los síntomas lumbares se asocian con la manipulación de materiales de forma manual, aquellas tareas que exigen el manejo de pesos de más de 30 kg ( $p = 0.0094$ ) generaron en los trabajadores más de 6.2 veces el trastorno. Otro factor que afecta el desarrollo del padecimiento es la altura a la que se ejecuta el levantamiento de la carga; es así que hacerlo desde el nivel del piso ( $p = 0.0015$ ) contribuyó en 1.5 más con la prevalencia de lumbalgia.

**Tabla 2**

Principales exigencias disergonómicas asociadas al desarrollo de lumbalgia en trabajadores de una empresa manufacturera de neumáticos, México, 2015.

| Variable                                       | Tasa de exposición <sup>^</sup> |    | RP  | $\chi^2, p$ | IC 95%      |
|--|---------------------------------|----|-----|-------------|-------------|
|  | Sí                              | No |     |             |             |
| Realizar esfuerzo físico muy pesado            | 76                              | 55 | 1.4 | 0.0247      | 1.08 - 1.72 |
| Cargar, empujar o jalar más de 30 kg           | 31                              | 5  | 6.2 | 0.0094      | 1.19 - 7.14 |
| Levantar objetos desde el nivel del piso       | 84                              | 55 | 1.5 | 0.0015      | 1.23 - 1.85 |
| Esfuerzo con la espalda o cintura              | 92                              | 76 | 1.2 | 0.0406*     | 1.05 - 1.37 |
| Trabajar con los hombros tensos                | 78                              | 48 | 1.6 | 0.0010      | 1.27 - 2.05 |
| Movimientos por encima o detrás de los hombros | 23                              | 14 | 1.6 | 0.0269      | 1.08 - 3.59 |
| Torcer o mantener tensas las muñecas           | 73                              | 52 | 1.4 | 0.0220      | 1.09 - 1.80 |
| Trabajo repetitivo                             | 84                              | 67 | 1.2 | 0.0424      | 1.04 - 1.50 |

<sup>^</sup>Tasa de exposición por 100 trabajadores. Razón de prevalencia (RP). Significancia (p). Intervalo de confianza (IC).

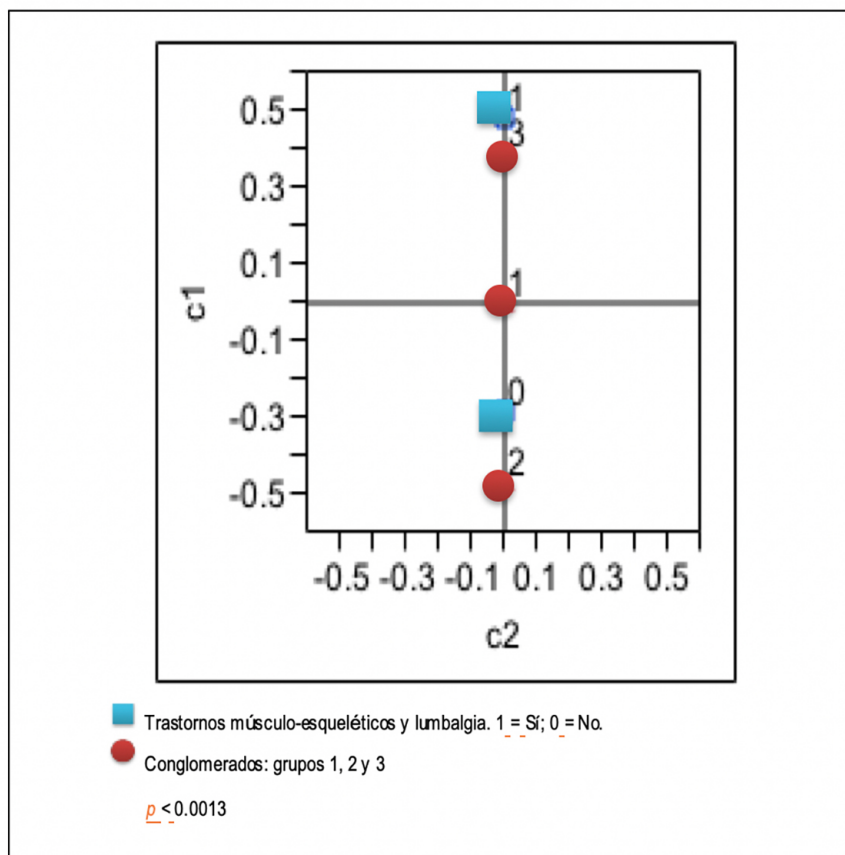
Fuente: Elaboración propia.

Otros tipo de exigencias presentes en esta industria demandan la adopción de posturas incómodas y forzadas sostenidas, como realizar esfuerzos con la espalda o cintura ( $p = 0.0406$ ), hombros tensos ( $p = 0.0010$ ), movimientos por encima o detrás de los hombros ( $p = 0.0269$ ), torcer o mantener tensas las muñecas ( $p = 0.0220$ ) y la repetitividad de la tarea ( $p = 0.0424$ ); la prevalencia fue de entre 1.2 y 1.4 (tabla 2).

*Análisis de conglomerados*

Una vez identificadas las exigencias asociadas a los padecimientos se construyó un conglomerado de tres grupos. Posteriormente, se realizó un análisis de correspondencia con el fin de conocer la relación entre los tres diferentes conglomerados y la presencia de trastornos musculoesqueléticos. Los resultados de la figura 1 muestran que el

conglomerado tres es el que se encuentra más próximo al desarrollo del padecimiento ( $p = 0.0013$ ).



**Figura 1**

Figura 1

Análisis de correspondencia de conglomerados con trastornos musculoesqueléticos. Significancia.( $p$ ).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se observa la distribución de los tres conglomerados. El grupo uno (24%) se conformó con los sujetos cuyas actividades no les demanda el sobreesfuerzo con los miembros superiores (tensar hombros, ejecutar movimientos por encima o detrás de ellos y torcer o tensar las muñecas); la actividad más frecuente de este grupo fue realizar levantamientos de cargas, el esfuerzo con las piernas y la espalda o cintura; en cambio, el grupo dos (14%) realizó estas actividades con menos frecuencia.



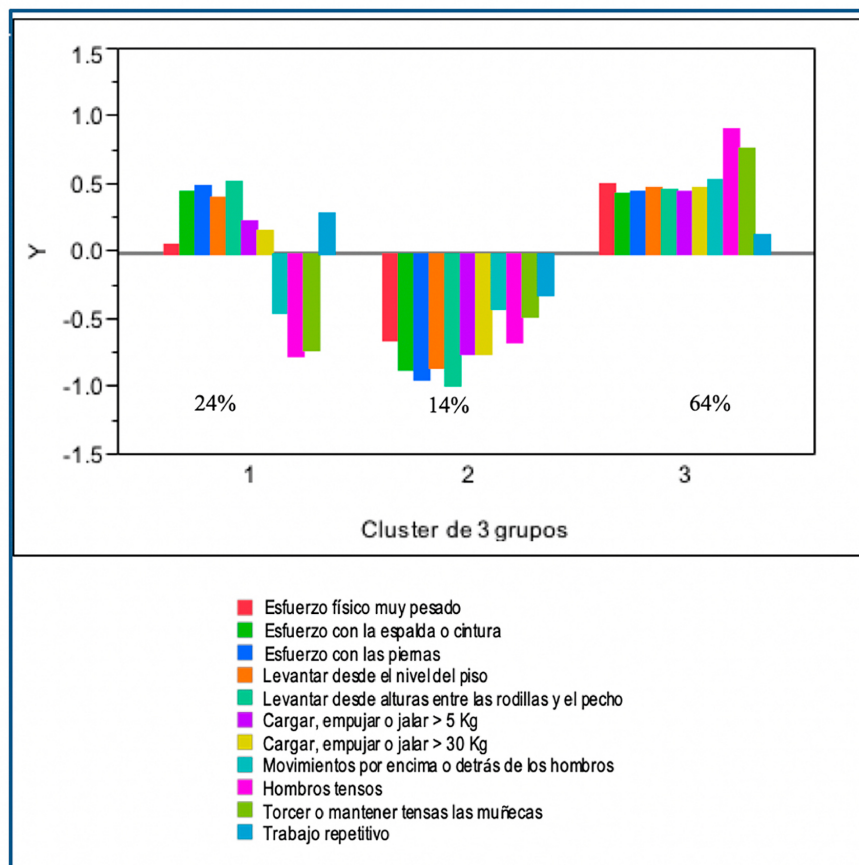


Figura 2

Figura 2

Conglomerado de 3 grupos derivados de las exigencias de la actividad, empresa de manufactura de neumáticos.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, el conglomerado tres (64%) fue el más afectado, al estar sometido más frecuentemente al total de tareas disergonómicas que fueron ejecutadas con los miembros superiores (hombros tensos y torcer o tensar las muñecas, esfuerzo físico muy pesado y movimientos por encima o detrás de los hombros), mientras que con menor frecuencia resultaron las relacionadas al levantamiento excesivo de peso (manipulación de cargas mayores a 5 kg). Finalmente, el trabajo repetitivo fue la exigencia que se reportó con menor frecuencia; la asociación fue estadísticamente significativa.

### *c) Evaluación del riesgo de lesión dorsolumbar en un puesto de trabajo por manejo manual de cargas utilizando el programa Ergo/IBV*

#### *Descripción del puesto bajador de llantas de un transportador móvil*

El operador baja llantas de un transportador móvil, las cuales oscilan entre los 25 kg y 30 kg. El trabajador sujeta con ambas manos la llanta por la parte interna, girándola un poco para despegarla del brazo metálico del transportador. Posteriormente recorre una distancia de 3.1

m cargándola hasta un auxiliar de carga, donde la coloca en uno de los 30 compartimentos con la finalidad de que estas sean almacenadas temporalmente para después llevarlas a otro departamento y someterlas al proceso de vulcanizado. El transporte de la carga se combina con las subtareas de levantamiento y transporte.

Las variables consideradas para realizar el análisis fueron las siguientes y los resultados se describen en la tabla 3.

**Tabla 3**

Variables utilizadas en la evaluación del riesgo dorsolumbar por manejo manual de cargas en el puesto bajador de llantas de un transportador móvil. Empresa manufacturera de neumáticos, México, 2015.

| Evaluación de la tarea manejo manual de cargas múltiple |                |   |                      |
|---|----------------|---|----------------------|
| Variables de la tarea                                   | Tarea original |   | Rediseño de la tarea |
| -Peso de la carga (kg)                                  | 30.0           |   | 17.0                 |
| -Distancia recorrida (m)                                | 3.4            |   | 2.1                  |
| -Frecuencia (transporte/min)                            | 7              |   | 5                    |
| -Altura del agarre                                      | Caderas        |   | Caderas              |
| -Tipo de agarre   | Bueno          | b | Bueno                |
| -Ángulos de asimetría (grados)                          | Sin giro       |   | Sin giro             |
| -Índice Compuesto                                       | 4.21           |   | 1.0                  |
| Nivel de riesgo   | Inaceptable    |   | Aceptable            |

Fuente: Elaboración propia.

- Tipo de tarea: manejo manual de cargas
- Subtareas: transporte y levantamiento
- Tipo de agarre de la carga: bueno (la forma del neumático permite un agarre confortable con toda la mano, permaneciendo la muñeca en posición neutral, sin desviaciones ni posturas desfavorables)
  - Altura de agarre: a la altura de las caderas
  - Duración de la tarea: larga (mayor a dos horas)
  - Peso de la carga: 30 kg
  - Frecuencia de la tarea: siete veces por minuto
  - Ángulos de asimetría: cero grados, el trabajador no realiza rotación

### *Evaluación de la tarea*

El *software* calculó el índice compuesto que representa el riesgo de lesión para la zona dorsolumbar, (Índice compuesto = 4.21). El valor obtenido superó el límite máximo de 1.0, por lo tanto, la tarea se considera como inaceptable pues el riesgo de lesión es elevado, y fue necesario rediseñar la tarea (figura 3).

**Ergo/IBV**  
Evaluación de riesgos ergonómicos

**Manipulación Manual de Cargas**

IBV INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN BIOMECÁNICA DE VALENCIA

**MMC Múltiple - INFORME**

**IDENTIFICACIÓN**

Ubicación: C:\Documents and Settings\Administrador\Mis documentos\MARIBEL1

Fecha: 05/04/2016

Tarea: Bajar llantas de conveyor

Empresa: Manufacturera de llantas

Observaciones:

Población: ☒ General ☐ Mayor protección

**COMPOSICIÓN de la TAREA MÚLTIPLE**

Duración: larga Tarea adicional: No

| Subtarea  | Tipo          | IS   | Orden | Inc. IC |
|---|---------------|------|-------|---------|
| Transporte de llanta verde a carro cuna             | Transporte    | 1.47 | 2     | 0.452   |
| Levantamiento de llanta a nivel superior carro cuna | Levantamiento | 3.76 | 1     | 3.760   |

**RIESGO de la TAREA MÚLTIPLE**

Índice Compuesto (IC): 4.21 **Riesgo inaceptable**

Evaluador (nombre y firma):

**Interpretación del Índice**

| Riesgo             | Interpretación   |
|--------------------|--|
| Riesgo aceptable   | Índice < 1.0. La tarea de trabajo no debe tener problemas al decidir este tipo de tarea.   |
| Riesgo moderado    | Índice < 1.5. En principio, las tareas de este tipo deben rediseñarse para reducir el riesgo. Bajo circunstancias especiales (por ejemplo, cuando no existen soluciones de reducción de la tarea no están lo suficientemente justificadas desde un punto de vista técnico), pueden aceptarse estos niveles siempre que se haya ejercido debido a expertos como la educación o entrenamiento del trabajador (por ejemplo, un consultante especializado en identificación y prevención de riesgos), el cumplimiento de las condiciones de trabajo de la tarea, el estudio de las capacidades físicas del trabajador y el seguimiento de la salud del trabajador mediante recomendaciones médicas periódicas. |
| Riesgo inaceptable | Índice > 1.5. Debe ser reducida la tarea.  |

Figura 3

Figura 3

Cálculo del riesgo de lesión dorsolumbar de la tarea manejo manual de cargas del puesto bajador de llantas de una manufacturera de neumáticos.

Fuente: Interfaz del programa Ergo/IBM\*. Evaluación de riesgos ergonómicos.

### Rediseño interactivo de la tarea

Se realizó el rediseño interactivo de la tarea con el propósito de reducir el índice de riesgo, primero se modificaron las variables que implican una mayor reducción del nivel de riesgo como son el peso de la carga, la frecuencia y la duración de la manipulación de la carga (figura 4).

**Ergo/IBV**  
Evaluación de riesgos ergonómicos

**Manipulación Manual de Cargas**

MMC Múltiple - INFORME

**SUBTAREA de TRANSPORTE (detalle)**

Subtarea: Transporte de llanta verde a carro cuna

**VARIABLES**

Peso de la carga (kg): 17.0  
 Distancia recorrida (m): 2.1  
 Frecuencia (trans/min): 5.000  
 Altura del agarre (cm): Cadera

**CÁLCULOS**

Límite de peso recomendado (kg): 17.00  
 Índice: 1.00  
 (Peso de la carga / Límite de peso recomendado)

**RIESGO de la SUBTAREA**

Índice Simple (IS): 1.00 **Riesgo aceptable**

Figura 4

Figura 4

Rediseño de la tarea manejo manual de cargas del puesto bajador de llantas de una manufacturera de neumáticos.

Fuente: Interfaz del programa Ergo/IBM®. Evaluación de riesgos ergonómicos.

Bajo este criterio se disminuyó el peso de la carga de 30 kg hasta obtener un índice compuesto de 1.00 para ser considerado aceptable, de tal manera que el peso ideal para las características de la tarea fue de 17 kg máximo. También se redujo la frecuencia de transporte de la carga, quedando de siete a cinco veces por minuto, la distancia se calculó desde el inicio de la evaluación a 2.1 m debido a que fue el valor máximo permisible por el *software*, aunque la distancia real fue de 3.4 m.

### Interpretación de resultados

El riesgo de lesión es más elevado a medida que aumenta el índice, estableciéndose tres niveles de riesgo de trastorno musculoesquelético en la zona dorsolumbar, de acuerdo a lo siguiente:

- Riesgo aceptable (Índice  $\leq 1$ ). En este nivel de riesgo la mayoría de los trabajadores no debe tener problemas al ejecutar este tipo de tareas.
- Riesgo moderado ( $1 < \text{Índice} \leq 1.6$ ). En primer lugar, las tareas de este tipo deben rediseñarse para reducir el riesgo. Sin embargo, y de no ser factible (por ejemplo, cuando las posibles soluciones técnicas de rediseño de la tarea no están lo suficientemente avanzadas), pueden aceptarse estas condiciones siempre que se tomen las siguientes acciones: educación o entrenamiento del trabajador (por ejemplo, un conocimiento

especializado en identificación y prevención de riesgos), seguimiento detallado de las condiciones de trabajo de la tarea, estudio de las capacidades físicas del trabajador, seguimiento de la salud del trabajador mediante reconocimientos médicos periódicos.

-Riesgo inaceptable (Índice  $\geq 1,6$ ). La tarea requiere ser modificada.

## DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio mostraron que tres de cada 10 trabajadores reportaron algún tipo de síntoma asociado al desarrollo de TME en extremidades superiores e inferiores de un total de 185 sujetos; estos resultados son congruentes con las prevalencias nacionales en México, ya que el conjunto de TME son las enfermedades laborales más frecuentes en la población trabajadora. Según estadísticas del 2013 reportadas por el IMSS, las dorsopatías, entesopatías, síndrome del túnel carpiano, lesiones del hombro, tenosinovitis de estiloides radial así como otras sinovitis y bursitis son los padecimientos que se diagnostican con mayor regularidad, mismas que sumadas representan casi el 30% de los casos de enfermedades laborales (IMSS, 2013).

Por su parte, Castillo (2014) estudió las posturas forzadas con los hombros del operario de la prensa de vulcanizado de llanta de camión a través de los datos de siniestralidad laboral, entrevistas y observación; posteriormente, utilizó el método *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), como resultado estimó riesgo alto para el desarrollo de TME. A todo esto, el departamento de información e investigación del INSHT (2012) señala que el sobreesfuerzo localizado en la muñeca es específico de ciertas actividades, como la fabricación de productos de caucho y plástico, por lo que este segmento anatómico es susceptible de lesionarse.

Otras exigencias que se relacionaron con TME en los trabajadores estudiados fueron el esfuerzo físico muy pesado con la espalda, cintura o piernas; la manipulación de cargas, así como el levantamiento de pesos de diferentes alturas. Pineda & Haydee (2015) evaluaron el riesgo por manejo de cargas y posturas forzadas en 130 trabajadores de una empresa de abasto de mercancía, encontrando una prevalencia de 78% (mediante una prueba de proporciones no se encontraron diferencias significativas al comparar ambos estudios  $p = 0.6788$ ).

A su vez, los resultados obtenidos son consistentes con los encontrados por Hurtado, Páez, Zapata & Velásquez (2012), en una empresa metalúrgica en la que estudiaron a 20 hombres (18 a 27 años de edad), donde el 85% presentaron sintomatología de daños en espalda, manos y muñecas, sus hallazgos permitieron ubicar a esta población en un nivel de riesgo alto para desarrollar enfermedades musculoesqueléticas. Se realizó una prueba de hipótesis de proporciones que muestra que no hay diferencia entre ambas prevalencias ( $p = 0.100$ ). Para la evaluación, los autores utilizaron el método REBA, mediante el sistema de análisis de factores de carga postural dinámicos y estáticos, así como la interacción persona-carga (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2001), utilizando esta metodología analizaron las posiciones de los

miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas), tronco, cuello y piernas.

Las múltiples tareas del proceso técnico de fabricación de neumáticos implican que los operarios deban realizar movimientos repetitivos con las manos y sobreesfuerzos o tensión de las muñecas para trabajar; la exposición a estas exigencias mostró una asociación con el desarrollo de lesiones musculoesqueléticas. Menor porcentaje (15.4%) fue encontrado por Zárate, Aguilar, Colunga, Haro & Juárez (2013), en una industria del Valle de México utilizando la misma metodología (Proessat) para evaluar la presencia de TME (sin incluir lumbalgia) en los trabajadores de almacén (La prueba de proporciones no mostró diferencias significativas entre las prevalencias de ambos estudios,  $p = 0.4897$ ).

En cuanto a la lumbalgia, se encontró presente en dos de cada 10 trabajadores de la planta de neumáticos estudiada; dado que las exigencias relacionadas con el tipo de actividad en su puesto de trabajo implican un esfuerzo físico sostenido o bien la adopción de posturas incómodas o forzadas. Es muy probable el desarrollo de este tipo de lesiones entre obreros industriales.

La consecuencia del incorrecto manejo manual de cargas ha generado que los operarios presenten casi el triple de posibilidades de sufrir dolor lumbar, teniendo en cuenta que reportaron cargar más de 30 kg; en tanto que, levantar objetos desde el nivel del piso, aumenta en casi cinco veces esta posibilidad. Por otra parte, realizar movimientos que requieren fuerza con la espalda o cintura, se asoció al desarrollo del trastorno, siendo estos datos semejantes con los de Pineda & Haydee (2015), los cuales presumen que el 26% de lumbalgias corresponde a la aplicación de fuerza en las tareas que desempeñan los operarios.

Otro tipo de exigencias a las que se ven sometidos los trabajadores fabricantes de neumáticos son las relacionadas con la cantidad e intensidad del trabajo, tal es el caso de ejecutar un trabajo repetitivo, mismos que presentaron asociación con la existencia de lumbalgia.

#### *Evaluación del riesgo de lesión dorsolumbar utilizando el programa Ergo/IBV*

La investigación dio cuenta sobre la nocividad que representan las posturas de trabajo disergonómicas y la sobrecarga del cuerpo, sobre todo con los hombros y las muñecas en los operarios. Hatice, Tuğçen & Nilgün (2015) lo confirmaron en trabajadores fabricantes de neumáticos de Kocaeli Turquía, en los cuales encontraron que el 10% de las posturas ejecutadas se categorizaron en riesgo tres y cuatro según el método *Ovako Working Posture* (Owas).

Al evaluar la tarea de manejo manual de cargas múltiple se encontró que el riesgo es inaceptable, de tal suerte que es necesario modificar el proceso. Utilizando el mismo método, Remesal (2004) evaluó 14 empresas del sector del calzado en Valencia, en ellas analizaron 91 puestos, seleccionando las tareas con mayor riesgo ergonómico, entre los puestos



estudiados se consideró el de vulcanizado, cuyos resultados mostraron a los movimientos repetitivos como principal riesgo.

Por último, se evaluó el riesgo ergonómico en manipulación manual de cargas del puesto de trabajo *bajador de llantas* del transportador móvil (conveyer), el cual implica el manejo de peso de más de 25 kg, además de la tarea de bajar la llanta (neumático verde), este puesto demanda realizar subtarefas como: transporte de llanta al carro cuna y levantamiento de llanta a nivel superior del carro cuna. El resultado supera los valores máximos permitidos, por lo tanto, el resultado fue inaceptable y existe gran probabilidad de desarrollo de lesiones musculoesqueléticas.

Al hacer el rediseño de la tarea hasta el punto de obtener un resultado aceptable (índice compuesto 1.0) los cambios propuestos son drásticos y posiblemente sean poco viables para el empresario, ya que los neumáticos superan el peso de 17 kg, implicando que el proceso deba ser automatizado. Sin embargo, esta investigación apela a la conciencia del empresario en la medida en que el cuidado de la salud de los trabajadores a largo plazo se constituye en una inversión y perfila condiciones de trabajo que tienden a ser más descansadas, satisfactorias y por tanto productivas.

Por lo expuesto previamente, el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo (STPS, 2014), establece para los centros laborales la identificación de los factores de riesgo ergonómico, incluyendo el análisis de la maquinaria, equipo y herramientas utilizadas; la aplicación de exámenes médicos al personal ocupacionalmente expuesto; informar a los trabajadores sobre las posibles alteraciones a la salud por la exposición a condiciones disergonómicas, la capacitación sobre prácticas de trabajo seguras, el registro sobre las medidas preventivas adoptadas y los exámenes médicos practicados.

Adicionalmente, la norma oficial mexicana NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones de seguridad y salud en el trabajo (Diario Oficial de la Federación, 2014), dicta las condiciones mínimas en el tema que deben cumplir los centros laborales donde se realicen actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante la utilización de maquinaria o de manera manual. Sin embargo, aun existiendo herramientas legales, los daños de este tipo son frecuentes.

## CONCLUSIONES

Los hallazgos de la presente investigación dieron cuenta de las condiciones nocivas a las que se exponen los trabajadores de este sector y que se asociaron con la presencia de lesiones musculoesqueléticas en diferentes partes del cuerpo. Es imperante la identificación de riesgos y exigencias presentes en todos los puestos de la planta asociados al desarrollo de TME y es necesario implementar programas de vigilancia específica para este tipo de morbilidad, ya que como se señaló entre estos trabajadores son comunes los sobre esfuerzos, las posturas forzadas y el manejo de cargas pesadas, esto quiere decir que los procesos aun requieren la mano de obra y en ese sentido es necesario proteger al trabajador. Esta industria debe considerarse de alto riesgo para el desarrollo de TME y, aunado a ello,

deben tomarse en cuenta las pérdidas en la productividad y disminución de la calidad de vida de las personas.

## REFERENCIAS

- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2000). Prevención de los Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. *Magazine, Revista de la Agencia Europea para la Salud en el Trabajo*. Recuperado el 16 de mayo de 2017 de <http://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/magazine/3>
- Castillo, E. (2014). Evaluación de factores de riesgo ergonómicos e higiénicos en una empresa de recauchutado de neumáticos. *Universidad de Alicante*. (Tesis de maestría). Recuperado en febrero de 2017 de [http://rua.es/dspace/bitstream/10045/42681/evaluación\\_de\\_riesgos\\_en\\_la\\_industria\\_del\\_neum\\_castillo\\_fernandez\\_estefania.pdf](http://rua.es/dspace/bitstream/10045/42681/evaluación_de_riesgos_en_la_industria_del_neum_castillo_fernandez_estefania.pdf)
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (11 de septiembre de 2014). NOM-06-STPS-2014, *Manejo y almacenamiento de materiales, condiciones de seguridad y salud en el trabajo*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). Recuperado de [www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx)
- Hatice, E., Tuğçen, H., & Nilgün, F. (2015). Analysis of Working Postures in Tire Production Sector by OWAS Method. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 2. Recuperado de [http://www.iaeng.org/publication/WCE2015/WCE2015\\_pp726-730.pdf](http://www.iaeng.org/publication/WCE2015/WCE2015_pp726-730.pdf)
- Hurtado, M., Páez, S., Zapata, M., & Velásquez, J. (2012). Síntomas musculoesqueléticos relacionados con carga física de trabajo de una empresa metalúrgica. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 2(1), 16-18.
- Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., Woolf, A., Vos, T., & Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis & Rheumatism*, 64(6), 2028-2037. doi: <https://doi.org/10.1002/art.34347>
- Jiménez, M. (2014). Relación con los trastornos musculoesqueléticos en miembros superiores de una empresa cordelera. Trabajo presentado para optar al grado de especialista en Salud Ocupacional e Higiene del Ambiente Laboral. *Universidad de Carabobo, Venezuela*. Recuperado de <http://riuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/962>
- Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). (2010). *Manual del usuario, Evaluación de riesgos ergonómicos versión 10.1*. Valencia España.
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2013). *México: Coordinación de Salud en el Trabajo*. Recuperado el 18 de febrero de 2017 de [www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/.../06\\_SaludenelTrabajo.xls](http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/.../06_SaludenelTrabajo.xls)
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). (2015). *Memoria estadística 2015*. Recuperado el 27 de diciembre de 2017 de <http://www.imss.gob.mx/conoce-al-imss/memoria-estadistica-2015>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Industria manufacturera*. Recuperado el 11 de enero de 2017 de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/manufacturera/default.aspx?tema=E#uno>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2012). *El trastorno musculoesquelético en el ámbito laboral en*

- cifras*. p. 12. España. Recuperado el 22 de enero de 2017 de <http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Otros%20estudios%20tecnicos/Publicado/Ficheros/El%20TME%20en%20el%20C3%A1mbito%20laboral%20en%20cifras.pdf>
- Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH). (2015). *Trastornos musculoesqueléticos en el sector manufacturero*. Recuperado el 12 de enero de [https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2010-129\\_sp/](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2010-129_sp/)
- Instituto Nacional de Rehabilitación (INR). (2014). *Las enfermedades y traumatismos del sistema musculoesquelético*. Un análisis del Instituto Nacional de Rehabilitación, México, como base para su clasificación y prevención. Recuperado el 30 de diciembre de 2016 de [https://www.researchgate.net/publication/275643126\\_LAS\\_ENFERMEDADES\\_Y\\_TRAUMATISMOS\\_DEL\\_S](https://www.researchgate.net/publication/275643126_LAS_ENFERMEDADES_Y_TRAUMATISMOS_DEL_S)
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (2001). NTP 601: *Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)*. España. Recuperado el 6 de enero de 2017 de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_601.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_601.pdf)
- Noriega, M., López, J., Franco, G., Martínez, S., Villegas, J., & Alvear, G. (2000). *Programa para la Evaluación y Seguimiento de la Salud de los Trabajadores*. Proessat. México, D.F: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2013). *Comunicado de prensa del 26 de abril, 2013*. Recuperado el 13 de febrero de 2017 de [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_211645/lang-es/index](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_211645/lang-es/index)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2004). *Prevención de trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo*. Francia. Recuperado el 5 de enero de 2017 de [https://www.who.int/occupational\\_health/publications/en/pwh5sp.pdf](https://www.who.int/occupational_health/publications/en/pwh5sp.pdf)
- Pineda, L. (2015). *Identificación de la etiología de la lumbalgia inespecífica relacionada con el manejo manual de carga en trabajadores de abastos en los comisariatos y propuesta del plan de mitigación y manejo clínico* (Tesis de maestría). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7931/1/TESIS%20FINAL%20LUISA%20LINTHON.pdf>
- Riihimäki, H., & Viikari, E. J. (2014). *Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo: Sistema Musculoesquelético* España. Ed. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. [CD-ROM].
- Remesal, A. (2004). Análisis ergonómico de puestos de trabajo en el sector de calzado. *Revista de biomecánica*, 42, 27-30.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2011). Que la lumbalgia, no lo vuelva improductivo. *Mundo del trabajo*, 7(67), 11-15. México. Recuperado el 27 de enero de 2017 de <http://www.conampros.gob.mx/revista/documentos/mdt67.pdf>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2014). *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario Oficial 13 de noviembre de 2014*. Recuperado de [www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx)
- Zárate, A. A., Aguilar, M. G., Colunga, R. C., Haro, G. L., & Juárez, P. C. (2013). Perfil salud-enfermedad en los trabajadores de una empresa en el valle de

México. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 59(233), 405-416. doi: <http://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2013000400005>

## Información adicional

*Cómo citar:* Balderas López, M., Zamora Macorra, M., & Martínez Alcántara, S. (2019). Trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de la manufactura de neumáticos, análisis del proceso de trabajo y riesgo de la actividad. *Acta Universitaria*, 29, e1913. doi: 10.15174/au.2019.1913