

Originales

Evaluación de la exposición al riesgo por vibraciones en el segmento mano brazo en compañías del sector metalmeccánico

Hand-Arm Vibration Risk Exposure Assessment in Metal-Mechanics Industry

Arias-Castro Giovanni de Jesús¹, Martínez-Oropesa Ciro¹

1. Departamento de Operaciones y Sistemas, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Recibido: 22-09-16

Aceptado: 12-01-17

Correspondencia

Ciro Martínez Oropesa.

Calle 25# 115-85. Km 2 vía Cali-Jamundí.

Código postal: 760030. Cali, Colombia.

Teléfono: 57-2-3188000, ext. 11377.

Correo electrónico: cmartinezo@uao.edu.co

Resumen

El objetivo del estudio consistió en la medición y evaluación de las aceleraciones originadas por herramientas vibrátiles tales como: pulidoras, amoladoras, taladros, entre otras, y su comparación con los límites de exposición permisibles registrados en la norma ISO 5349 de 2002 para el segmento corporal mano brazo. El estudio se desarrolló en cuatro (4) empresas del sector metalmeccánico de la Ciudad de Cali, que inicialmente obligó a realizar una visita preliminar con el fin de seleccionar los procesos y herramientas e identificar las personas expuestas.

Desde el punto de vista físico y fisiológico, los componentes estudiados fueron: la aceleración, velocidad y amplitud que son los parámetros asociados a vibraciones, además de la dirección en términos vectoriales, según la postura del segmento corporal involucrado y el grado de compromiso de los sistemas biomecánicos y fisiológicos del ser humano. A través del estudio se pudo evidenciar que las evaluaciones realizadas a 15 tipos de herramientas no sobrepasaron los límites permisibles de exposición establecidos en la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos ACGIH 2014, que corresponde a 2.8 m/s².

En la Empresa A, se pudo establecer que el nivel de aceleración más elevado lo presentó la Pulidora Dewalt con un valor de 0.796571 m/s², para la Empresa B, en el caso del mismo equipo presentó una aceleración de 0.6653 m/s², en el caso de la Empresa C, la aceleración más significativa la presentó una Pulidora Bosh con una aceleración de 0.5857 m/s², por último, en la Empresa D con una aceleración de 0,4048 m/s², la Esmeriladora. En el artículo se realiza un resumen de los conceptos más importantes relacionados con vibraciones en el segmento corporal mano brazo, así como de los equipos y herramientas utilizados para su respectiva medición y evaluación.

Palabras claves: Vibración, aceleración, riesgos laborales, límites permisibles

Abstract

The aim of this study was the measurement and evaluation of the accelerations caused by vibrating tools such as sanders, grinders and drills among others and their comparison with the permissible exposure limits as registered in the ISO 5349-2:2002 for hand-arm body segment. The study was conducted in four (4) metal-mechanic industrial centers of the city of Cali, Colombia, who initially imposed a preliminary visit in order not only to select the processes and tools but also to identify those exposed. From a physical and physiological point of view and concerning vibrations, the parameters studied were acceleration, velocity and amplitude. Further factors were considered, such as vector direction, the body segment position in relation with the machine and the level of commitment of both biomechanical and physiological systems of the human being. It was stated that assessments performed on 15 types of vibrating tools did not exceed the permissible exposure limits established by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists US (ACGIH 2014) corresponding to 2.8 m/s^2 .

In Company A, it was established that the highest acceleration level was registered by the DeWalt polisher with a value of 0.796571 m/s^2 ; in Company B, the same tool presented an acceleration of 0.6653 m/s^2 ; in Company C; the most significant acceleration was carried out by a Bosch polisher (0.5857 m/s^2) and finally, in Company D with an acceleration of 0.4048 m/s^2 , it was the bench grinder. The article provides a summary of the most important concepts related to the hand-arm body segment vibration, as well as the equipment and tools used for their measurement and evaluation.

Keywords: Vibration, acceleration, occupational risks, permissible limits.

INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva de la Seguridad y Salud en el Trabajo, se ha demostrado que la exposición a vibraciones críticas en el segmento corporal mano brazo, combinada con otros factores, tales como posturas incómodas, tiempo de exposición, entre otros; pueden afectar sensiblemente la salud y el bienestar de los trabajadores (Azmir, Ghazali, Yahya, Ali, & Song, 2015; Welcome *et al.*, 2016). El desarrollo de la presente investigación se sustentó en la aplicación de las Normas ISO 5349 de 2001. Parte 1 e ISO 5349 de 2002. Parte 2, las cuales establecen criterios metodológicos para el estudio y control de las vibraciones en el segmento mano brazo.

Vibraciones

Según Águila (2007), «las vibraciones constituyen movimientos u oscilaciones periódicas de tipo mecánico de un sistema elástico, alrededor de un punto de equilibrio o de referencia específico, en función del tiempo, que es transmitida al ser humano cuando existen elementos, máquinas, vehículos, herramientas y sistemas de transmisión que utilizan algún tipo de energía.

Desde el punto de vista higiénico las vibraciones comprenden todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas capaz de producir un efecto nocivo o algún tipo de molestia. Las causas comunes de la vibración son debidas a partes de máquinas desequilibradas en movimiento, flujos turbulentos de fluidos, golpes de objetos, impulsos, choques, etc. Se presenta en la mayoría de las máquinas y herramientas utilizadas por los trabajadores (vehículos de transporte por carretera, maquinaria agrícola o de obras públicas, herramientas vibrátiles, carretillas elevadoras, máquinas neumáticas, etc.) (Falagán, 2000).

De acuerdo con Falagán (2000), la vibración es un fenómeno físico no deseable, aunque en ocasiones se produce para hacer funcionar un dispositivo (martillos mecánicos, cintas transportadoras vibratorias, tamices vibradores, etc.) y en esos casos el ruido resultante es inevitable, debiendo procederse al aislamiento necesario.

«... Se dice que un cuerpo vibra cuando sus partículas se hallan incluidas en un movimiento oscilatorio, respecto de una población de equilibrio, o referencia. Estas oscilaciones pueden clasificarse según: a. La parte del cuerpo a la que afecten, en: Vibraciones globales (afectan al cuerpo en su totalidad). Vibraciones parciales (afectan a subsistemas del cuerpo, las más conocidas son las vibraciones mano-brazo). b. Sus características físicas, en: Vibraciones libres, periódicas, o sinusoidales, cuando no existen fuerzas externas que modifiquen la amplitud de las sucesivas ondas. Vibraciones no periódicas (choques). Vibraciones aleatorias, donde sí actúan dichas fuerzas. c. Su origen, en: vibraciones producidas en procesos de transformación. Las interacciones producidas entre las piezas de la maquinaria y los elementos que van a ser transformados, generan choques repetidos que se traducen en vibraciones de materiales y estructuras, cuya transmisión se efectuará bien directamente, bien mediante medios de propagación adecuados...» (Falagán, 2000).

Efectos de las vibraciones sobre el ser humano

En muchos estudios desarrollados en campo o laboratorios se han investigado las respuestas objetivas y subjetivas de los seres humanos a las vibraciones. Los objetivos de estos estudios han sido diversos, desde la identificación de los factores que afectan las respuestas biodinámicas en presencia de vibraciones (Nawayseh & Griffin, 2012), hasta los factores que afectan el confort y la salud (Basri & Griffin, 2012, 2013). Así mismo investigaciones como las desarrolladas por Ramakrishnan, Milosavljevic & Sullivan (2011), en las que se encuentra una relación lineal negativa entre la masa corporal y los niveles de exposición a vibraciones (Ramakrishnan, Milosavljevic, & Sullivan, 2011 y Blood, Ploger, Yost, Ching & Johnson, 2010).

De acuerdo con Shivakumara & Sridhar (2010), los factores tales como el diseño ergonómico, la amortiguación, atenuación, la resonancia y muchos otros factores, tienen una gran influencia en las características de la exposición y los niveles de intensidad de

las vibraciones a los cuales se exponen los operadores de las máquinas o herramientas vibrátiles. El cuerpo humano puede tolerar ciertos niveles de energía de vibración, por exposición a largo plazo, empieza a deteriorarse.

Las vibraciones transmitidas por elementos mecánicos representan un riesgo laboral. La exposición ocupacional a niveles de vibración excesivos se asocia con una serie de enfermedades (Kucuk, Eyuboglu, Kucuk & Balta, 2016). Por otro lado, las vibraciones afectan la muñeca, el codo, el hombro y cuello, los cuales se derivan en trastornos músculo esquelético. (Welcome *et al.*, 2016).

Según House, Wills, Liss, Switzer-McIntrye, Lander (2014), se ha demostrado que los trabajadores con síndrome de vibración mano-brazo (HAVS) presentan discapacidades significativas en las extremidades superiores, evaluado por medio de un cuestionario sobre evaluación de discapacidades a nivel del hombro, brazo y mano, así como una disminución de la calidad de vida física y mental. (House, Wills, Liss, Switzer-McIntrye, Lander, 2012).

Según Sanders (1993) & Bridger (1995), el cuerpo humano puede tolerar ciertos niveles de intensidad de vibraciones, los cuales comienzan a causar daño a largo plazo e interrumpen los procesos naturales del organismo. La frecuencia de la vibración y sus efectos en el cuerpo humano se describen en la [tabla I](#).

Tabla I. La frecuencia de las vibraciones y sus efectos en el cuerpo humano

Frecuencia de la vibración	Efectos
Por debajo de 1 Hz.	Mareos.
3,5 a 6 Hz.	Efecto de alerta.
4 a 10 Hz.	Dolor en el pecho y el abdomen.
Próximo a 5 Hz.	Reduce motricidad manual.
7 a 20 Hz.	Problemas de comunicación.
8 a 10 Hz.	Dolor de espalda.
10 a 20 Hz.	Dolor en el intestino y la vejiga.
10 a 30 Hz.	Reduce la capacidad para el control manual y visual.
10 a 90 Hz.	Reduce la capacidad para acciones visuales.

Fuente: Tomada de Sanders, 1993, & Bridger, 1995.

Equipo para medir vibraciones

El equipo que se utilizó para medir y evaluar las vibraciones fue el monitor de vibraciones Quest Technologies HAVPro, éste brindó la posibilidad de medir parámetros de la vibración como, por ejemplo: la aceleración, el desplazamiento, la velocidad, y la variación de intensidad de las vibraciones. Existen diferentes tipos de monitores, ver [figura 1](#), tanto en forma como en marca, pero todos estos equipos deben estar diseñados y construidos conforme a requisitos exigidos por la norma ISO 8041 de 2005. Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida.

Figura 1. Monitor de vibraciones y sensores



Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación realizada se clasifica por ser de tipo cualitativa y descriptiva, orientada a medir, describir, resumir, interpretar y analizar el alcance del comportamiento e impacto de las vibraciones. Se utilizó una metodología de carácter documental, por medio de la cual se procuró la comprensión e interpretación actual del fenómeno investigado.

Entre las variables analizadas se incluyeron: la aceleración, velocidad, amplitud y la dirección en términos vectoriales que son los parámetros físicos asociados a las vibraciones, además de, el tiempo de exposición, los límites permisibles, las posturas de los segmentos corporales involucrados y el grado de compromiso de los sistemas biomecánicos y fisiológicos del ser humano.

El tamaño de la muestra abarcó a una población finita, seleccionada a partir de los procesos, puestos y herramientas relacionadas con el propósito de la investigación. En este mismo sentido, la investigación se desarrolló en cuatro (4) empresas del sector metalmeccánico, donde se seleccionaron 15 tipos de herramientas vibrátiles relacionadas con los puestos de trabajo y procesos previamente identificados. Para el desarrollo de la investigación, se invitaron a 20 empresas del sector metalmeccánico de la ciudad del Cali, de las cuales sólo 5 manifestaron su interés de brindar la información y facilidades necesarias para desarrollar el estudio. Se realizaron visitas preliminares a las Empresas y dando prioridad a los objetivos de la investigación, se decidió trabajar solo en 4 de estas Empresas. No se incluyeron las empresas que no permitieron la concurrencia de sus trabajadores al laboratorio de pruebas y evaluaciones biomecánicas.

Empresa A

Esta empresa se dedica al mecanizado de piezas metálicas, la reconstrucción y fabricación de repuestos de maquinaria industrial. Las operaciones estudiadas se encuentran relacionadas con el proceso de acabado de piezas, donde se utilizan equipos tales como: Pulidora angular Metabo (referencia W 7-115), Pulidora Dewalt (referencia D28476W-83), Moto-tool neumático Campbell Hausfeld.

Empresa B

Esta empresa se dedica al desarrollo de procesos de soldadura y corte para el acabado de componentes metálicos, que comprende operaciones de pulido y terminado de superficies, en las que se emplean equipos tales como: Taladro de mano de ½" (referencia DW245), Pulidora Dewalt (referencia D28476W-83) y Rectificadora Dewalt (referencia DW887).

Empresa C

Esta empresa se dedica a la construcción y montaje de equipos y estructuras industriales, entre sus procesos más comunes se encuentra la fabricación de tanque de almacenamiento y fabricación de estructuras para techos, los equipos incluidos en el estudio fueron: Pulidora Bosh (referencias GWS24-180 y GWS21-230), Pulidora Dewalt (referencias D2811yv D28476W-83).

Empresa D

Esta empresa se dedica al diseño, fabricación y comercialización de divisiones modulares y muebles para oficina, cuenta con procesos de ebanistería, pintura, troquelado y soldadura. El estudio se realizó en el área de soldadura y troquelado, donde se desarrolla el proceso de pulido de las partes metálicas, y se utilizan equipos tales como: Esmeriladoras (referencia D28496M) y Pulidora Bosh (referencia GWS24-180).

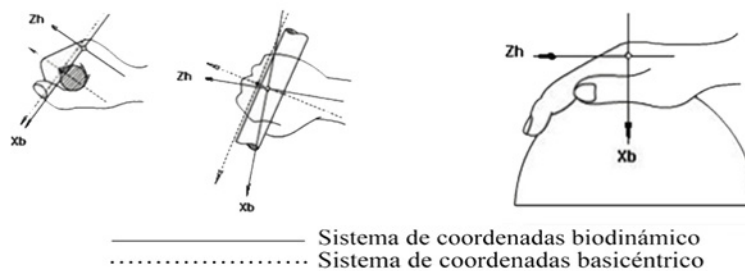
Todas las herramientas seleccionadas poseen mecanismo o componentes vibrátiles, que poseen alto potencial de generar daño a la salud de los trabajadores cuando trabajan en condiciones subestándar.

Mediciones y evaluación de las vibraciones

Una vez seleccionadas las empresas, se continúa con los restantes procedimientos orientados a identificar las áreas y herramientas vibrátiles, la preparación y ejecución de las mediciones de las aceleraciones, hasta obtener la información y su análisis correspondiente, como se describe a continuación:

- Se eligieron las áreas para el desarrollo del estudio de acuerdo con el tipo de procesos, herramientas o equipos utilizados.
- Se entrevistaron los trabajadores que operaban las herramientas vibrátiles y se analizaron las condiciones de trabajo asociadas a cada proceso, con el fin de establecer factores condicionantes de cualquier proceso de lesión o enfermedad.
- Se configuró el equipo para medir vibraciones en el segmento corporal mano brazo.
- Se ubicó el acelerómetro en la persona, de acuerdo con las recomendaciones de la norma ISO 5349:2001. Parte 25, quedando entre los dedos de la mano y coincidiendo con el punto donde se realiza el asimiento de la herramienta motorizada, este es el punto de entrada de la energía vibratoria hacia mano y el brazo del trabajador, el acelerómetro se colocó de tal manera que no interfiera en las tareas del trabajador. Las mediciones de las vibraciones transmitidas a través de la mano se realizaron para los tres ejes de referencia (Xh, Yh, Zh) del sistema de coordenadas ortogonal. Los sistemas de coordenadas definidos son: el sistema de coordenadas biodinámico y el sistema de coordenadas basicéntrico, ver figura 2, Siendo los ejes basicéntricos, los más utilizados y recomendados para la medición de las vibraciones transmitidas a la mano. Para las mediciones se utilizó el sistema basicéntrico.

Figura 2. Sistema de coordenadas para la mano (posición de agarre y de palma plana)



Fuente: Adaptada de la Norma UNE-EN-ISO 5349. Parte 1: Requisitos generales⁴.

Una vez ubicado el sensor se procedió a obtener la información a través del instrumento de medición, estableciendo tiempos de muestreo correspondientes a un (1) minuto para cada mano, según lo recomendado por la norma ISO 5349 (Vergara, Sancho, Rodríguez & Pérez, 2008).

- En el caso de las herramientas donde el colaborador debe utilizar las dos manos, se realizaron las respectivas mediciones con tiempos de muestreo de un (1) minuto para cada mano.
- Por último, se realizó el análisis de los datos comparándolos con los límites permisibles de exposición, concluyendo de esta forma el grado de exposición al factor de riesgo vibraciones.

Una de las ventajas de utilizar el monitor de vibraciones humanas Quest Technologies HavPro, es que éste tiene incorporado las normas internacionales para medir vibraciones,

registrar el nivel de exposición y elaborar los cálculos respectivos que permite concluir respecto al nivel de riesgo de los empleados frente a este factor. El parámetro analizado en las mediciones tiene que ver con la aceleración media o aceleración equivalente, dada en m/s^2 .

Los límites permisibles de la ACGIH para vibraciones mano brazo corresponden a $2,8 m/s^2$, según los datos obtenidos a partir del estudio y presentados en la [tabla II](#), se pudo evidenciar que ninguno de los equipos evaluados está por encima de este valor.

Tabla II. Evaluación de la intensidad de vibraciones en mano brazo

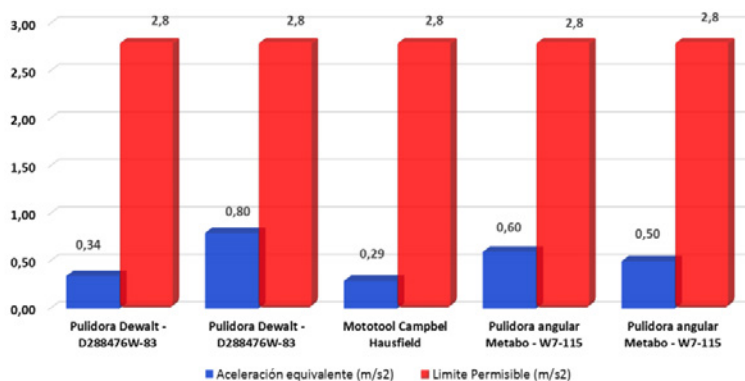
Procesos	Equipos	Duración actividad (horas)	Aceleración equivalente (m/s^2)	Tiempo exposición permitido (horas)	Empresa
Pulido platina 1/8" espesor (MI).	Pulidora Dewalt - D288476W-83.	4	0,343462	93,9	A
Pulido platina 1/8" espesor (MD).	Pulidora Dewalt - D288476W-83.	4	0,796571	40,15	
Acabado de piezas en acero.	Mototool Campbel Hausfield.	2,5	0,29115	735	
Pulido platina 1/8" espesor (MI).	Pulidora angular Metabo - W7-115.	7	0,597835	175,5	
Pulido platina 1/8" espesor (MD).	Pulidora angular Metabo - W7-115.	4	0,499324	25,16	
Pulido de platinas.	Pulidora Dewalt - D28811.	5	0,12600	3949,4	B
Desabaste de piezas (MI)	Rectificadora Dewalt DW887.	2	0,32910	579,2	
Perforación de platinas (MI).	Taladro Dewalt - DW245.	7	0,59784	175,5	
Perforación de platinas (MD).	Taladro Dewalt - DW245.	4	0,49932	251,6	
Pulido de tanques de lámina (MI).	Esmeril D28496M DE 9"	8	0,24460	3341,7	
Pulido de tanques de lámina (MD).	Esmeril D28496M DE 9"	8	0,23780	3537,2	
Pulido de tanques de lámina (MI).	Pulidora Dewalt - D28847/6W-83.	5	0,61420	530,1	
Pulido de tanques de lámina (MD).	Pulidora Dewalt - D28847/6W-83.	5	0,36420	1507,5	
Pulido de tanques de lámina (MI).	Pulidora Dewalt - D28847/6W-83.	5	0,50820	774,4	
Pulido de tanques de lámina (MD).	Pulidora Dewalt - D28847/6W-83.	5	0,66530	451,8	
Pulido de platinas (MI).	Pulidora Bosh GWS24-180.	8	0,4919	259,2	C
Pulido de platinas (MD).	Pulidora Bosh GWS24-180.	8	0,3758	444,2	
Pulido de platinas (MI).	Pulidora Dewalt - D28811.	8	0,3413	538,4	
Pulido de platinas (MD).	Pulidora Dewalt - D28811.	8	0,1625	2373,9	
Pulido de platinas (MI).	Pulidora Dewalt - D28811.	8	0,513	238,3	
Pulido de platinas (MD).	Pulidora Dewalt - D28811.	8	0,4487	311,6	
Pulido de platinas (MI).	Pulidora Bosh GWS24-180.	8	0,5595	204,4	
Pulido de platinas (MD).	Pulidora Bosh GWS24-180.	8	0,5887	184,8	
Pulido lámina calibre 22.	Esmeriladora 28496M de 9"	7	0,24970	1006,2	D
Pulido lámina calibre 22.	Esmeriladora 28496M de 9"	7	0,22800	1206,4	
Pulido superficie lámina calibre 22 (MI).	Pulidora Bosh GWS24-180.	6	0,26530	890,8	
Pulido superficie lámina calibre 22 (MD).	Pulidora Bosh GWS24-180.	6	0,22530	1236,1	
Pulido lámina calibre 22.	Esmeriladora 28496M de 9"	7	0,40480	382,7	
Pulido lámina calibre 22.	Esmeriladora 28496M de 9"	7	0,26680	881,2	

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

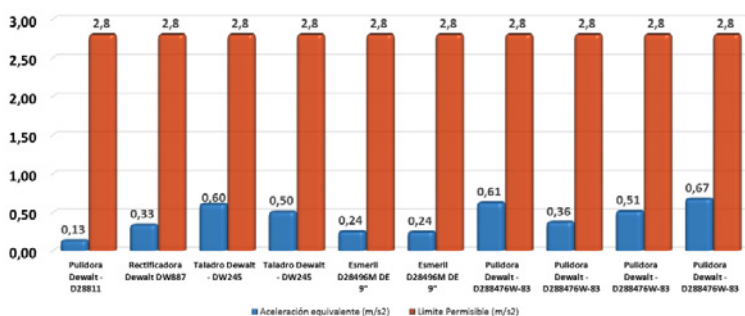
De acuerdo con los resultados del estudio, se pudo establecer en la empresa A, que la aceleración máxima en los equipos evaluados para el proceso de pulido correspondió a $0,7965 m/s^2$, realizado con la Pulidora Dewalt - D288476W-83. Para esta actividad, el tiempo de desarrollo de la tarea corresponde a 4 horas de la jornada laboral. Ver [figura 3](#).

Figura 3. Aceleración equivalente – equipos empresa A



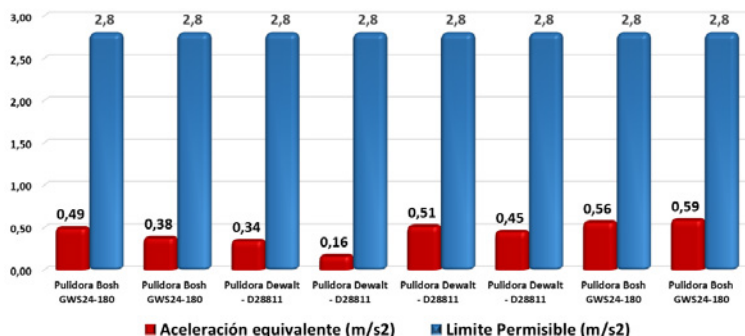
Para empresa B, la aceleración equivalente máxima en los equipos evaluados correspondió al proceso de pulido de tanques de lámina con una intensidad de 0,6653 m/s², realizado con la pulidora Dewalt - D288476W-83. Para esta actividad, el tiempo de desarrollo de la tarea corresponde a 5 horas de la jornada laboral. Ver figura 4.

Figura 4. Aceleración equivalente – equipos empresa B



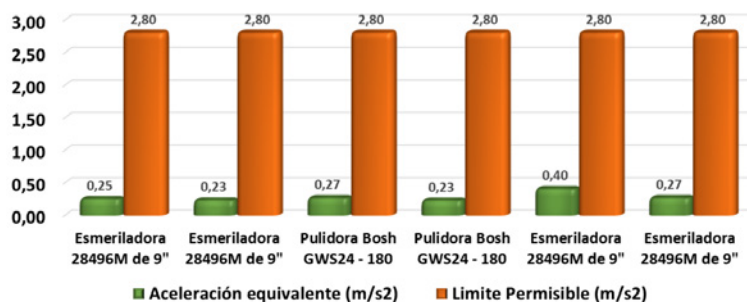
En la empresa C, la aceleración máxima en los equipos evaluados correspondió al proceso de pulido de platinas con una intensidad de 0,5857 m/s², realizado con la pulidora Bosh GWS24-180. Para esta actividad, el tiempo de desarrollo de la tarea corresponde a 8 horas de la jornada laboral. Ver figura 5.

Figura 5. Aceleración equivalente – equipos empresa C



En la empresa D, la aceleración máxima en los equipos evaluados correspondió al proceso de pulido lámina calibre 22 con una intensidad de 0,4048 m/s², realizado con la Esmeriladora 28496M de 9». Para esta actividad, el tiempo de desarrollo de la tarea corresponde a 7 horas de la jornada laboral. Ver figura 6.

Figura 6. Aceleración equivalente – equipos empresa D



Como resultado del estudio se evidenció que no existe una sobre exposición a vibraciones en el segmento corporal mano brazo según lo establecido en la Norma ISO 5349, en ninguno de los colaboradores que se encargan de la operación de las herramientas vibrátiles. Sin embargo a través de diversas entrevistas con los operadores, se constató la presencia de problemas biomecánicos a nivel de mano, muñeca y brazo, debido a posturas críticas que deben ser adoptadas para la realización de las actividades, y la exposición a las vibraciones originadas para las herramientas que utilizan.

CONCLUSIONES

Una vez tabulados los datos y realizado el análisis, se encontró que para las 15 herramientas evaluadas en las cuatro (4) empresas de la ciudad de Cali, ninguna sobrepasó los límites permisibles de exposición, con lo cual se concluye que los colaboradores que utilizan estos equipos no están expuestos a enfermedades laborales como consecuencia al factor de riesgo físico vibraciones.

Esto se contrastó con entrevistas realizadas a cada uno de los colaboradores donde manifestaron no tener ningún tipo de lesión al manipular las herramientas estudiadas. Por otro lado, se encontró que en las empresas estudiadas no cuentan con estadísticas de tipo epidemiológico donde se evidencie enfermedades profesionales originadas por vibraciones como consecuencia de la utilización de herramientas portátiles de origen motriz.

Las herramientas vibrátiles utilizadas en los procesos productivos de las empresas estudiadas han sido diseñadas teniendo en cuenta componentes de seguridad intrínseca, lo que garantiza que los niveles de vibraciones generadas por éstas, cumplan con la normatividad o límites permisibles de exposición nacional e internacional evitando así lesionar o generar enfermedades profesionales en los colaboradores que las utilizan. Sin embargo, de acuerdo con Weir & Lander (2005), herramientas vibratorias portátiles, tales como: taladros, pulidoras, taladros eléctricos, sierras y martillos neumáticos pueden producir HAVS, los cuales pueden consistir en daños de tipo vascular, neurológicos y músculo-esqueléticos en trabajadores que utilizan este tipo de equipos.

Las intensidades de las vibraciones en los procesos productivos pueden aumentar o disminuir, esto se debe a las características físicas de los materiales como dureza, maleabilidad, entre otras características. Sin embargo, en ningún momento las vibraciones de forma independiente al material procesado superaron los límites permisibles de exposición.

En las empresas estudiadas, el tiempo de exposición a vibraciones es relativamente corto, en algunas menores a dos (2) horas y en otras menores a una (1) hora, lo que implica que la exposición al factor de riesgo vibraciones sea relativamente breve, lo cual explica la razón por la cual no existen casos evidentes de enfermedades osteomusculares en los trabajadores, lo cual se confirmó al entrevistar a cada uno de éstos.

El interés en el factor de riesgo vibraciones es relativamente nuevo, se puede evidenciar esta afirmación en las fuentes consultadas, los cuales datan a partir del año 2000 y las normas en este campo que fueron publicadas a partir del año 2001, específicamente en relación a los criterios y metodología para medir las vibraciones en las organizaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales de los Estados Unidos (ACGIH), (2014). Proceedings of the Fifth American Conference on Human Vibration. 5th American Conference on Human Vibration. University of Guelph, Ontario, Canadá.
2. Azmir, N., Ghazali, M., Yahya, M., Ali, M. & Song, J. (2015). Effect of Hand Arm Vibration on the Development of Vibration Induce Disorder Among Grass Cutter Workers. *Procedia Manufacturing*, 2, 87–91.
3. Welcome, D., Dong, R., Xu, X., Warren, C. & McDowell, T. (2016). Tool-specific performance of vibration-reducing gloves for attenuating fingers-transmitted vibration. *Occupational Ergonomics*, 13(1), 23-44.
4. International Organization for Standardization (ISO) 5349: 2002. Parte 1. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Requisitos generales.
5. International Organization for Standardization (ISO) 5349: 2002. Parte 2. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano.
6. Águila, A. (2007). UAL - Serv. Prevención. Consultado en Agosto 9, 2016, de <http://www.ual.es/GruposInv/Prevencion/2005/procedimientoevaluacion.shtml>.
7. Falagán, M. (2000). *Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial, seguridad y ergonomía*. Oviedo: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo Fundación Médicos Asturias.
8. Nawayseh, N. & Griffin, M. (2012). Power absorbed during whole-body fore-and-aft vibration: effects of sitting posture, backrest, and footrest. *Journal of Sound and Vibration*, 331, 252-262.
9. Basri, B. & Griffin, M. (2012). Equivalent comfort contours for vertical seat vibration: effect of vibration magnitude and backrest inclination. *Applied Ergonomics*, 55(8), 909-922.
10. Basri, B. & Griffin, M. (2013). Predicting discomfort from whole-body vertical vibration when sitting with an inclined backrest. *Applied Ergonomics*, 44(3), 423-434.
11. Ramakrishnan, M., Milosavljevic, S. & Sullivan, J. (2011) The Influence of Body Mass on Whole-Body Vibration: A Quad-Bike Field Study. *The Ergonomics Open Journal*, 4, 1-9.
12. Blood, R., Ploger, J., Yost, M., Ching, R. & Johnson, P. (2010). Whole body vibration exposures in metropolitan bus drivers: a comparison of three seats. *Journal of Sound and Vibration*, 329(1), 109-120.
13. Shivakumara, B. & Sridhar, V. (2010). Study of vibration and its effect on health of the motorcycle rider. *Online J Health Allied Scs*. 9(2), 9-16.
14. Kucuk, H., Eyuboglu, M., Kucuk, U. & Balta, S. (2016). Occupational exposure to hand-arm vibration. *International Journal of Cardiology*, 203, 959.
15. House, R., Wills, M., Liss, G., Switzer-McIntyre, S., Lander, L. & Jiang, D. (2014). The effect of hand-arm vibration syndrome on quality of life. *Occupational Medicine*, 64,133-135.
16. House, R., Wills, M., Liss, G., Switzer-McIntyre, S., Lander, L. & Jiang, D. (2012). The DASH work module in workers with hand-arm vibration syndrome. *Occupational Medicine*, 62,448-450.
17. Sanders, M. & McCormick, E. (1993). *Human factors in engineering and design*. (7ma Ed.). New York: McGraw-Hill. pp. 627-34.
18. Bridger, R. (1995). *Introduction to Ergonomics*. New York: McGraw-Hill. pp. 318-9.
19. International Organization for Standardization (ISO) 8041:2005. Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida.
20. Vergara, M., Sancho, J., Rodríguez, P. & Pérez, A. (2008). Hand-transmitted vibration in power tools: Accomplishment of standards and users' perception. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(9-10), 652-660.
21. Weir, E. & Lander, L. (2005). Hand-arm vibration syndrome. *Canadian Medical Association Journal*, 172(8), 1001-1002.