

## EFFECTOS DEL RUIDO Y LAS VIBRACIONES EN OPERADORES DE EQUIPOS PESADOS

## NOISE AND VIBRATION EFFECTS IN HEAVY EQUIPMENT DRIVERS

Dr. Jorge Pedro Mugica Cantelar<sup>1</sup>  
DrC Jorge Juan Román Hernández<sup>2</sup>  
THE Antonio Alberto Cádiz García<sup>3</sup>

### RESUMEN

Para conocer alteraciones de salud en la esfera psíquica y en los sistemas osteomioarticulares y nervioso periférico, se estudiaron 36 operadores de equipos pesados, expuestos a la acción combinada del ruido y las vibraciones, y un grupo control de 36 trabajadores con características similares y no expuestos. Se evaluaron los niveles del ruido y las vibraciones, y se aplicó una encuesta para conocer alteraciones de salud relacionadas con síntomas de estrés, trastornos nerviosos, afecciones osteomioarticulares y alteraciones nerviosas periféricas. Se aplicaron pruebas de evaluación de estrés, fatiga y personalidad, así como palestesiometrías, umbral de discriminación táctil y determinación de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial. Se encontraron niveles de ruido y vibraciones que sobrepasaban los límites higiénicos establecidos, así como alteraciones significativas en el comportamiento de las variables estudiadas. Se evidenció que en la exposición combinada al ruido y las vibraciones hay alteraciones de la salud que repercuten sobre la esfera psíquica de los trabajadores, producen una mayor afectación por enfermedades y síntomas relacionados con el estrés, así como también una mayor afectación de los sistemas osteomioarticulares y nervioso periférico en el personal expuesto.

**Palabras clave:** Ruido, vibraciones, estrés, sistema osteomioarticulares, sistema nervioso periférico

### ABSTRACT

Two groups of workers were studied in order to know health impairments in the psychological area as well as in both peripheral nervous and osteomioarticulatory systems. One group was made up by 36 heavy-equipment drivers, exposed to the combined action of noise and vibrations, and the other was a control group of 36 non-exposed workers with similar characteristics. The levels of noise and vibrations were evaluated and a survey was made so as to know health impairments related to symptoms of stress, nervous disorders, osteomioarticulatory diseases and peripheral nervous damages. Different kinds of tests were used such as: stress, fatigue and personality evaluation, as well as pallesthesia measurement, touching discrimination limit test and determination of cardiac frequency and blood pressure. As a result of these tests the levels of noise and vibrations found exceeded the hygienically established limits while significant disturbances were observed. It was proven that in the combined exposure to noise and vibrations health impairments can be found. These disabilities affect workers psychological area and produce a higher number of stress-related diseases and symptoms. They also affect both peripheral nervous and osteomioarticulatory systems of those workers exposed.

**Key words:** Noise, vibrations, stress, osteomioarticulatory system, peripheral nervous system

### INTRODUCCIÓN

La experiencia de los especialistas vinculados a la higiene del trabajo, confirmada por numerosos estudios e investigaciones que han abordado la exposición al ruido, muestra que nuestro país no es ajeno a este problema que suscita gran alarma y preocupación internacional por la gran cantidad de trabajadores que, en prácticamente todos los sectores de la Economía, están expuestos a sus efectos. La universalidad de este contaminante en los ambientes laborales le confiere a este agente físico una connotación especial en la higiene del trabajo<sup>1,2</sup>.

La pérdida de la audición relacionada con el trabajo sigue siendo un asunto importante de la salud y seguridad ocupacionales. El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de los Estados Unidos de Norteamérica (NIOSH, por sus siglas en inglés) y la comunidad de salud y seguridad en el trabajo en general, citaron la pérdida del oído como uno de los 21 temas prioritarios de investigación de este siglo.

El efecto más conocido y específico de la exposición al ruido concierne a la audición, en la cual es capaz de provocar una hipoacusia neurosensorial irreversible asociada a daños de las células del Órgano de Corti en el oído interno<sup>3</sup>; pero el ruido no limita su acción al efecto auditivo. Existe el criterio muy extendido de que éste puede afectar la salud mental y física, además de influenciar nocivamente en la calidad de ejecución de múltiples tareas. En este sentido, se reportan con más frecuencia alteraciones nerviosas y neurovegetativas, que se dan generalmente a través de la vía del estrés, las que pueden ser causantes de diversas alteraciones de salud.

Con respecto a la exposición a vibraciones mecánicas, el problema es más restringido que el representado por el ruido, aunque no deja de ser considerable la población laboral que es afectada. Trabajadores con este riesgo son los que operan equipos móviles, tales como chóferes de vehículos automotores, maquinaria agrícola y otros<sup>3</sup>.

El espectro de efectos susceptibles de ser originados por la exposición a vibraciones mecánicas es prolijo en daños o afectaciones, en los cuales su naturaleza, características

<sup>1</sup> Médico especialista de I grado en Higiene y de II grado en Medicina del Trabajo. Máster en Salud de los Trabajadores. Investigador Agregado. Profesor Auxiliar. Vicedirección de Higiene del Trabajo. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

<sup>2</sup> Licenciado en Psicología. Especialista en Psicología de la Salud. Doctor en Ciencias Psicológicas. Máster en Salud de los Trabajadores. Investigador Titular. Profesor Titular. Departamento de Psicología. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

<sup>3</sup> Técnico higienista especializado en Higiene del Trabajo. Departamento de Riesgos Físicos. Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores

### Correspondencia:

Dr. Jorge Pedro Mugica Cantelar  
Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores  
Calzada de Bejucal km 7½, Apartado 9064, CP 10900, Arroyo Naranjo, Ciudad de La Habana, Cuba  
E-mail: vhidtrab@infomed.sld.cu

y localización dependen de la modalidad de la acción de las vibraciones sobre las estructuras y mecanismos de amortiguación de que dispone el organismo humano <sup>3</sup>

Las vibraciones generales tienen sus órganos de choque en la columna vertebral y las extremidades inferiores, produciendo, en el primer caso, diversas artropatías y, en el segundo, diferentes estadios de polineuropatías periféricas. Al valorar la repercusión de la exposición a vibraciones, no debemos olvidar que inexorablemente éstas, en situaciones prácticas, están acompañadas del ruido, por lo que se enfrentará un riesgo combinado a la acción de estos agentes <sup>4</sup>

Resulta necesario que se realicen estudios que aborden de manera general la problemática del ruido y las vibraciones en el sector de la construcción, y fue comprobada en la fase exploratoria de este estudio la existencia de actividades o puestos de trabajo en este sector que comprometen diversos grados de exposición a los agentes enunciados. En este sentido, puede mencionarse la operación de equipos pesados tales como bulldozeros, motoniveladoras, cargadores, camiones, etc. <sup>5</sup>

La caracterización de estas fuentes, el conocimiento de la exposición real, así como la valoración de los efectos que la misma puede tener sobre algunos indicadores de salud <sup>6</sup>, resultan indispensables para la valoración objetiva de la magnitud del riesgo que enfrentan los colectivos de trabajadores de los contingentes constructivos, cuyo estilo de trabajo debe implicar un criterio de mayor exposición diaria <sup>7,8</sup>.

Con estos conocimientos se podrán tomar las medidas higiénicas de control y de vigilancia médica que correspondan, para proteger la salud de estos abnegados trabajadores que tanto contribuyen al desarrollo de nuestra sociedad.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

El universo de trabajo estuvo constituido por todos los trabajadores de los contingentes de la construcción que se desempeñan como operadores de equipos pesados, por lo cual presentan una exposición combinada a ruido y vibraciones.

Para la selección de la muestra, se utilizó el 100% de los expuestos a ruido y vibraciones, por lo que se tomaron todos los operadores de equipos pesados del contingente "Victoria de Girón" que laboran en la construcción de hoteles en el polo turístico de Varadero con un mínimo de 3 años de permanencia, los cuales totalizaron un grupo de 36 sujetos. Desde el punto de vista del esfuerzo físico, estos puestos de trabajo clasificaron dentro de la categoría de trabajo moderado.

Como grupo control fueron seleccionados, al azar, 36 trabajadores que laboraban en puestos de trabajo con exposición a ruido igual o inferior a 80 dB(A) y sin exposición a vibraciones generales, los cuales realizaban trabajo moderado en el sector del Ministerio del Azúcar (MINAZ), y presentaban también una permanencia de al menos 3 años en el puesto.

Las variables seleccionadas y utilizadas para nuestro estudio fueron las siguientes:

1. Niveles de exposición a ruido
2. Niveles de exposición a vibraciones
3. Edad
4. Tiempo de exposición
5. Frecuencia cardiaca
6. Prueba de Yoshitake
7. Umbral de discriminación táctil
8. Palestesiometrías de mano y pie
9. Enfermedades relacionadas con el estrés
10. Trastornos osteomioarticulares

Para conocer la viabilidad de esta investigación, se realizó previamente un estudio de factibilidad mediante una prueba piloto en varios contingentes. El contingente "Victoria de Girón," por la alta priorización de las construcciones que realiza para el sector turístico, laboraba sin interrupciones en todos sus objetos de obra y reunía las condiciones que necesitábamos para nuestro estudio. Para la ejecución de la investigación se procedió a efectuar una inspección inicial, con el objeto de identificar los puestos de trabajo con exposición combinada a ruido y vibraciones, procediéndose a determinar tipos de equipo, marca y condiciones de operación, y se confeccionó una lista que incluyó a todo el personal expuesto sistemáticamente a tales riesgos.

Con relación al ruido, el principal parámetro a caracterizar fue el nivel sonoro continuo equivalente (Leq), correspondiente a períodos determinados de operación de las fuentes estudiadas. Estas mediciones se realizaron utilizando un sonómetro integrador Modelo 2218 y un dosímetro modelo 4428, ambos de la firma Bruel & Kjaer. Además, se determinaron los niveles de presión sonora en bandas de octava en las máquinas, siempre en su régimen más representativo de operación. Para la caracterización física de las vibraciones generales, se procedió a determinar los niveles de aceleración en bandas de tercios de octava en el espectro de frecuencia de 1 a 80 Hz. Tratándose de operadores de equipos móviles, se consideró fundamentalmente el valor de la aceleración en el eje z del sistema ortogonal de coordenadas referidos al cuerpo humano, correspondiéndose éste con el registrado en los asientos de las máquinas. Se empleó la técnica del registro en cinta magnética para su posterior análisis, consistente en grabar la señal AC proveniente de un medidor de vibraciones de la firma Bruel & Kjaer, en una grabadora modelo 7005 de la misma firma. Esta grabación fue analizada espectralmente en el laboratorio con un espectrómetro modelo 2113 y un registrador gráfico modelo 2305, también de la firma Bruel & Kjaer.

Desde el punto de vista médico, a todos los sujetos participantes en la investigación se les realizó una encuesta en donde se recogían alteraciones de salud aparecidas después de estar ocupando el actual puesto de trabajo. De esta manera, se acopió información sobre la aparición de enfermedades relacionadas con el estrés, síntomas de estrés, trastornos nerviosos y osteomioarticulares y alteraciones nerviosas periféricas. Se aplicaron también las pruebas de escala sintomática de estrés (ESS) de Seppo Aro para valorar la existencia de estados de estrés crónico, la prueba para evaluar fatiga de Yoshitake y el inven-

tario de personalidad de Eysenck, forma B para explorar neuroticismo, extraversión y psicotismo.

A los sujetos se les realizaron también palestesiometrías en manos y pies para conocer la posible existencia de afectación nerviosa periférica, se les midió el umbral de discriminación táctil que, además de evaluar también umbrales de sensibilidad, permite conocer la existencia de agotamiento sensorial por fatiga; se les tomó también la frecuencia cardíaca y la tensión arterial. Todas estas pruebas se realizaron antes de comenzar la jornada laboral, después de hacer reposar cinco minutos sentados a los sujetos, a fin de conocer el efecto crónico o residual de las condiciones de trabajo y de vida sobre los mismos.

**Tabla 1**  
**Exposición a altos niveles de ruido en puestos de trabajo de los contingentes de la construcción**

Nº	Equipos	Nivel sonoro Leq. dB(A)
1	Camiones KPA-3	88(*)
2	Camiones KAMAZ	83
3	Camiones PEGASSO	84
4	Camiones LINZ	81
5	Camiones FIAT	87(*)
6	Camiones DAC	89(*)
7	Camiones BARREIRO	94(*)
8	Camiones ROMAN	80
9	Bulldozers DZ-42	84
10	Bulldozers FIAT-ALIS	98(*)
11	Bulldozers KOMATSU	95(*)
12	Grúas KC-UR	75
13	Grúas frontales (Pala)	87(*)
14	Retroexcavadoras UR	89(*)
15	Cargadores frontales FIAT-ALIS	90(*)
16	Cargadores frontales FIAT	95(*)
17	Cargadores frontales checos	82
18	Cilindros VMPR	93(*)
19	Motoniveladora UR	86(*)
20	Tractores JUMZ	89(*)

(\*) Valores por encima de los límites establecidos en la NC 19-01-04:80

Los niveles de vibraciones generales medidos en el mismo grupo de equipos pesados estudiados, se ofrecen en la tabla 2, estableciéndose las diferencias con respecto a los valores establecidos para la NC-19-01-05:1980 "Vibraciones generales. Requisitos higiénico sanitarios", observándose que el 90 % de las evaluaciones de vibraciones en estos equipos sobrepasaban los límites de fatiga o de daño que establece la norma cubana, lo que brinda una medida de la magnitud de la exposición en el sector.

Los valores correspondientes a la estadística descriptiva de las principales variables estudiadas en la investigación, aparecen en la tabla 3; como puede apreciarse, no se observan diferencias importantes en cuanto a edad y tiempo de exposición en relación con la permanencia en el puesto de trabajo, entre los grupos estudiados.

Los resultados de la comparación del comportamiento de

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es conocido que la mayoría de los equipos usados en labores de construcción producen altos niveles de ruido<sup>9-11</sup>. Los niveles de ruido característicos de un grupo de los equipos pesados estudiados en las condiciones usuales de operación de los mismos, se muestran en la tabla 1, de los cuales el 65% sobrepasaban el límite admisible de 85 dB(A) para 8 horas de trabajo que establece la norma cubana NC-19-01-04:1980 "Ruido. Requisitos higiénicos sanitarios"<sup>12-14</sup>.

las variables psicofisiológicas más relacionadas en su variabilidad con el fenómeno de estrés, se ofrecen en la tabla 4, donde la aplicación de la ESS de Seppo Aro promedia para el grupo de expuestos una puntuación de 12,04, la cual sobrepasa el valor de 11, admitido como límite de normalidad, mientras que en el grupo control la media fue de 10,25. No obstante, estas diferencias no alcanzaron relevancia estadísticamente significativa.

Las pruebas UDT y Yoshitake registraron diferencias muy significativas en relación con una mayor afectación del grupo expuesto, lo cual concuerda con resultados alcanzados anteriormente por Fernández y González<sup>8</sup> en grupos de trabajadores que laboraban en otros sectores y modalidades de actividad, pero sometidos a similares condiciones de exposición<sup>15-18</sup>.

**Tabla 2**  
Niveles de vibraciones generales (eje z) que sobrepasan los límites de fatiga y de daño a la salud

Nº	Equipos	Lugar de medición	Afectación
1	Camiones KPA-3	Asiento	Fatiga
2	Camiones KAMAZ	Asiento	Daño
3	Camiones PEGASSO	Asiento	Fatiga
4	Camiones LINZ	Piso	Fatiga
5	Camiones FIAT	Asiento	Fatiga
6	Camiones DAC	Asiento	Fatiga
7	Camiones BARREIRO	Asiento	Fatiga
8	Camiones ROMAN	Asiento	Daño
9	Bulldozers DZ-42	Asiento	Daño
10	Bulldozers FIAT-ALIS	Piso	Fatiga
11	Bulldozers KOMATSU	Piso	Fatiga
12	Grúas KC-UR	Asiento	Fatiga
13	Grúas frontales (Pala)	Asiento	Molestia
14	Retroexcavadoras UR	Asiento	Fatiga
15	Cargadores frontales FIAT-ALIS	Asiento	Fatiga
16	Cargadores frontales FIAT	Piso	Molestia
17	Cargadores frontales checos	Piso	Fatiga
18	Cilindros VMPPR	Asiento	Fatiga
19	Motoniveladora UR	Asiento	Fatiga
20	Tractores JUMZ	Asiento	Daño

**Tabla 3**  
Trabajadores investigados. Grupo expuesto y grupo control. Medias y desviaciones estándares

Variables	Grupo expuesto (n=36)		Grupo control (n=36)	
	X	DE	X	DE
Edad	45,31	8,90	40,51	11,22
Tiempo de exposición	19,75	10,42	16,86	7,81
ESS	12,03	5,34	10,25	12,59
UDT	18,39	10,80	11,44	3,22
Yoshitake	25,13	14,51	16,41	5,35
FC respiratoria	77,67	9,70	73,00	5,49
TA sistólica	131,94	22,91	120,00	7,93
TA diastólica	85,28	13,83	78,61	6,39

No se observan diferencias significativas

**Tabla 4**  
Resultados de variables psicofisiológicas relacionadas con el estrés en los grupos expuesto y control

Variables	Grupo expuesto (n=36)		Grupo control (n=36)		t	p
	X	DE	X	DE		
ESS	12,04	5,34	10,25	12,58	0,78	0,438
UDT	18,30	10,74	11,44	3,22	3,70	0,000*
Yoshitake	25,12	14,51	15,40	5,34	3,38	0,001*

\* Muy significativa

Los resultados de la declaración de síntomas relacionados con el estrés en ambos grupos, nos lo presenta la tabla 5. Los trabajadores expuestos reportaron 17 casos positivos

y los no expuestos 13, para un 47,2 % y un 36,1 %, respectivamente, sin que esta diferencia lograra alcanzar significación estadística.

**Tabla 5**  
**Síntomas declarados relacionados con el estrés en los grupos expuesto y control**

Síntomas relacionados con estrés	Grupo expuesto		Grupo control	
	Nº	%	Nº	%
D. positiva	17	47,2	13	36,1
D. negativa	19	52,8	23	63,9

Chi Cuadrado = 0,914

Significación = 0,339

No se observan diferencias significativas

La declaración de enfermedades relacionadas con el estrés se presenta en la tabla 6, según lo reportado para los grupos de expuestos y control estudiados. En el grupo de expuestos se obtuvo un 50 % de reportes positivos en el personal estudiado, contra sólo un 16,7% entre los trabajado-

res no expuestos. La diferencia encontrada resultó ser muy significativa en el análisis estadístico, lo cual inclina a considerar la posible influencia del estrés de origen ocupacional en la marcada incidencia de estas patologías.

**Tabla 6**  
**Enfermedades declaradas relacionadas con el estrés en los grupos expuesto y control**

Enfermedades relacionadas con estrés	Grupo expuesto		Grupo control	
	Nº	%	Nº	%
D. positiva	18	50	6	16,7
D. negativa	18	50	30	83,3
Total	36	100	36	100,0

Chi Cuadrado = 9,000

Significación = 0,0027\*

\* Muy significativa

La distribución de los trastornos nerviosos declarados en la encuesta realizada a los grupos estudiados, se nos muestra en la tabla 7, donde se aprecia un comportamien-

to bastante homogéneo entre ambos grupos en cuanto a las alteraciones declaradas, no evidenciándose diferencias dignas de comentar.

**Tabla 7**  
**Alteraciones nerviosas declaradas en los grupos expuesto y control**

Alteraciones nerviosas	Grupo expuesto		Grupo control	
	Nº	%	Nº	%
D. positiva	11	30,6	9	25,0
D. negativa	25	69,4	27	75,0
Total	36	100,0	36	100,0

Chi Cuadrado = 0,276

Significación = 0,598

No se observan diferencias significativas

Los síntomas de alteraciones nerviosas periféricas reportadas se nos ofrecen en la tabla 8, donde el grupo expuesto presentó un 55,6 % de reportes positivos, contra un

22,2 % en el grupo control. El análisis estadístico mostró una diferencia discretamente significativa entre los valores reportados.

**Tabla 8**

**Alteraciones nerviosas periféricas declaradas en los grupos expuesto y control**

Alteraciones nerviosas periféricas	Grupo expuesto		Grupo control	
	Nº	%	Nº	%
D. positiva	20	55,7	8	22,2
D. negativa	16	44,4	28	77,8
Total	36	100,0	36	100,0

Chi Cuadrado = 2,892

Significación = 0,08\*

\* Discretamente significativa

Los resultados de las evaluaciones de palestesiometría realizadas en los grupos investigados, se exponen en la tabla 9, en la que, como es posible apreciar, los valores de sensibilidad a las vibraciones correspondientes a la mano en la frecuencia de 63 Hz y a los pies en todas las frecuencias estudiadas, demuestran la existencia de importantes diferencias en los umbrales de sensibilidad, correspondiendo las mayores afectaciones al grupo de trabajadores expuestos. Estas diferencias resultaron muy significativas desde el punto de vista estadístico, y se correspon-

den también con resultados reportados en otras investigaciones<sup>19</sup>. Estos hallazgos plantean la existencia de afectaciones en el sistema nervioso periférico del tipo de las polineuropatías, las cuales han sido diagnosticadas, en ocasiones, en relación con la exposición a vibraciones generales<sup>20</sup>. La tendencia a la significación encontrada en la tabla 8, en donde se recogen las manifestaciones sintomáticas de alteración nerviosa periférica en los sujetos estudiados, contribuye a reforzar esta aseveración.

**Tabla 9**

**Resultados de la palestesiometría en los grupos expuesto y control**

Variables	Grupo expuesto (n=36)		Grupo control (n=36)	
	X	DE	X	DE
P. mano 63	13,18	5,95	7,27	3,48
P. mano 125	2,76	5,61	2,72	4,08
P. mano 250	3,44	5,80	1,87	3,82
P. pie 63	25,55	5,72	15,33	4,51
P. pie 125	15,22	7,79	8,41	6,22
P. pie 250	26,06	7,62	16,40	4,25

Muy significativa

La distribución de las alteraciones osteomioarticulares reportadas para ambos grupos son mostradas en la tabla 10, donde el número de casos positivos es mucho mayor para el grupo de trabajadores expuestos (55,6%), que contrasta con el 22% para el grupo control. La diferencia encontrada es estadísticamente muy significativa, y parece corresponderse con la acción traumática ejercida sobre los sistemas articulares por las vibraciones generales, lo cual ha sido señalado en otras investigaciones por diferentes autores<sup>20</sup>.

Los valores de los parámetros cardiovasculares tomados en reposo para ambos grupos, se muestran en la tabla 11, donde las cifras de frecuencia cardíaca, tensión arterial sistólica y tensión arterial diastólica, resultaron mayores

para el grupo de trabajadores expuestos, siendo las diferencias encontradas muy significativas desde el punto de vista estadístico. Estas variables, si bien se encuentran dentro del rango de normalidad para ambos grupos, en el personal expuesto se acercaron a los límites establecidos en el caso de la tensión arterial, y es de suponer que en el transcurso de la jornada laboral pudieran haber sobrepasado los referidos límites bajo la influencia del estrés inducido por las condiciones de trabajo imperantes<sup>6</sup>. En cuanto a la aplicación del cuestionario de personalidad EPQ, no se encontraron diferencias de significación en cuanto al factor de neuroticismo y sí una mayor tendencia a la extraversión en el grupo de trabajadores expuestos.

**Tabla 10****Alteraciones osteomioarticulares declaradas en los grupos expuesto y control**

Alteraciones nerviosas periféricas	Grupo expuesto		Grupo control	
	Nº	%	Nº	%
D. positiva	20	55,6	8	22,2
D. negativa	16	44,4	28	77,8
Total	36	100,0	36	100,0

Muy significativa

**Tabla 11****Parámetros cardiovasculares en reposo en los grupos expuesto y control**

Variables	Grupo expuesto (n=36)		Grupo control (n=36)		t	Nivel de significación
	X	DE	X	DE		
F. cardíaca	77,66	9,69	73,00	6,49	2,48	0,019*
TA sistólica	131,94	22,90	120,00	7,92	2,96	0,004*
TA diastólica	85,27	13,83	78,61	6,39	2,62	0,011*

Muy significativa

**Tabla 12****Análisis de varianza Manova. Principales variables que determinan la variabilidad del sistema en orden de prioridad, según la prueba de F**

Nº	Orden de variables	F	Significación
1	Palestesiometría pie 63	46,655	0,000
2	Palestesiometría pie 250	44,155	0,000
3	Palestesiometría mano 63	26,386	0,000
4	E.P.Q. extroversión	17,739	0,000
5	Palestesiometría pie 125	16,774	0,000
6	U.D. táctil	13,671	0,000
7	P. Yoshitake	11,443	0,001
8	Enfermedades relacionadas con estrés	10,000	0,002
9	Trastorno osteomioarticular	9,264	0,003
10	TA sistólica	8,741	0,004
11	TA diastólica	6,889	0,011
12	F. cardíaca	5,755	0,019
13	Tiempo de exposición	5,072	0,027
14	Edad	4,007	0,049

Nº total de variables: 14

Significación  $\leq 0,05$ 

A manera de síntesis, los resultados principales a que se arribaron en el estudio fueron los siguientes:

1. La exposición, a ruido y vibraciones generales en el grupo estudiado sobrepasa, en un número importante de equipos (65 y 90%, respectivamente), los límites establecidos en las normas higiénicas vigentes en el país.
2. Los resultados obtenidos evidencian una alteración muy significativa en el comportamiento de las variables

- UDT y la prueba de Yoshitake, así como en la declaración de enfermedades psicósomáticas relacionadas con el estrés, la frecuencia cardíaca y la tensión arterial, mostrando una mayor predisposición al estrés del grupo expuesto a los efectos combinados del ruido y las vibraciones, lo que concuerda con lo reportado en la literatura.
3. Los reportes de alteraciones relacionadas con el funcionamiento del sistema nervioso periférico, así como las

pruebas de palestesimetría realizadas, nos muestran la existencia de un compromiso funcional significativamente mayor en el grupo de trabajadores expuestos a los riesgos estudiados. Estos hallazgos plantean la existencia de afectaciones en el sistema nervioso periférico del tipo de las polineuropatías, las cuales han sido diagnosticadas, en ocasiones, en relación con la exposición a vibraciones generales.

4. Se observó una frecuencia significativamente mayor de trastornos osteomioarticulares, con predominio de afecciones de la columna vertebral como lumbalgias, en los trabajadores expuestos, lo cual parece estar en estrecha relación con lo que reporta la literatura sobre la acción traumática de las vibraciones generales sobre los sistemas articulares del organismo.
5. No se encontraron diferencias de consideración en relación con alteraciones de la esfera psíquica, tales como nerviosismo, dificultad en la concentración, cefalea e insomnio, para los grupos estudiados.
6. Al realizar un análisis estadístico multivariado utilizando el estadígrafo de Hotelling para establecer la existencia de disparidad de comportamiento entre los grupos estudiados, se evidenció una significativa diferenciación en la variabilidad del conjunto de parámetros investigados; es decir, se obtuvo un buen nivel de significación estadística para las diferencias de comportamiento entre grupos, correspondiendo en general las mayores alteraciones al grupo expuesto a los factores de riesgo estudiados.
7. Podemos concluir señalando que se evidenció que en la exposición combinada al ruido y las vibraciones hay alteraciones de la salud que repercuten sobre la esfera psíquica de los trabajadores y producen una mayor afectación por enfermedades y síntomas relacionados con el estrés, así como una mayor afectación de los sistemas osteomioarticular y nervioso periférico en el personal expuesto.

Las recomendaciones fundamentales que se derivan de estos resultados son las siguientes:

1. Los operadores de equipos pesados que se exponen a niveles de ruido superior a 85 dB(A), deberán utilizar sistemáticamente medios de protección auditiva, para lo cual no sólo se les debe suministrar los mismos, sino que resultará indispensable una adecuada exigencia administrativa que garantice su utilización.
2. En aquellos equipos que sobrepasan los valores admisibles en la norma cubana en cuanto a exposición a vibraciones generales, deberá valorarse la introducción de mejoras técnicas en los asientos de los operadores, a fin de obtener una amortiguación más eficaz de las mismas, con la consiguiente reducción de las condiciones de exposición.
3. En los exámenes médicos preventivos para el personal que opera equipos pesados en labores de construcción, deberán incluirse los estudios establecidos para el personal expuesto a la acción combinada del ruido y las vibraciones. En los mencionados exámenes médicos, así como en las demás acciones sanitarias que se programen, deberán incluirse actividades de educación sanitaria al personal expuesto.
4. Deberá elaborarse y poner en ejecución, además, un programa de control de riesgos que incluya medidas de control sobre la fuente emisora y sobre el ambiente, y medidas organizativas sobre el operador de equipos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Melamed S, Rabinowitz S. Noise exposure, noise annoyance, use of hearing protective devices and distress among blue-collar workers. *Scand J Work Environ Health* 1994;20:234-99.
2. Cambra GE. Susceptibilidad al ruido en trabajadores de la industria textil. *Condiciones de Trabajo* 1991;16(2):41-5.
3. González JP, Román J. Alteraciones de salud en trabajadores expuestos a ruidos y vibraciones en ferrocarriles nacionales. *Rev Cubana Hig Epidemiol* 1993;27(1):87-95.
4. Takahashi Y, Yonekawa Y, Kanada K A new approach to assess low frequency noise in the working environment. *Ind Health* 2001;39(3):281-6.
5. Viviente RE. Multiexposición al ruido. *Rev Med Seg Trab* 1993;160:43-50.
6. Lusk SL, Hagerty BM, Gillespie B, et al. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. *Arch Environ Health* 2002;57(4):273-81.
7. Ramírez VA. Trauma acústico profesional. *Rev. Brasileira Salud Ocup* 1992;76(20):15-8.
8. Morata TC. Interaction between noise and asphyxiants: a concern for toxicology and occupational health. *Toxicol Sci* 2002;66(1):1-3.
9. Sriwattanatamma P, Breyse P. Comparison of NIOSH noise criteria and OSHA hearing conservation criteria. *Am J Ind Med* 2000;37(4):334-8.
10. Thunder T. Focus on hearing, head and face protection. A good start for the new millennium. *Occup Health Saf* 2001;70(3):72-5.
11. Gawron VJ. Noise. Effects and after effects. *Ergonomics* 1984;27(1):5-18.
12. Hager L. Focus on hearing, head and face protection. The many faces of hearing loss prevention. *Occup Health Saf* 2001;70(3):80-2.
13. Shevtsova VM. [Physiological mechanisms of prevention of occupational hypoacusis]. *Gig Sanit* 2001;(6):44-7.
14. Lutman ME. What is the risk of noise-induced hearing loss at 80, 85, 90 dB(A) and above? *Occup Med* 2000;50(4):274-5.
15. Davis RR, Sieber WK. Hearing protector use in noise-exposed workers: a retrospective look at 1983. *AIHA J (Fairfax, Va)(United States)*, Mar-Apr 2002, 63(2) p199-204.
16. Álvarez A. Ruido y sordera. 1ª ed. Santo Domingo: Editora Graficus; 1997.
17. Melamed S, Fried Y, Froom P. The interactive effect of chronic exposure to noise and job complexity on changes in blood pressure and job satisfaction: a longitudinal study of industrial employees. *J Occup*

- Health Psychol 2001;6(3):182-95.
18. Lusk SL, Hagerty BM, Gillespie B, et al. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. Arch Environ Health 2002;57(4):273-81.
  19. Shevtsova VM. [A complex of informative indices of adaptive and compensatory mechanisms for individual prognostication of occupational hypoacusis upon exposure to noise in combination with vibration and dust]. Gig Sanit 2001;(4):27-31.
  20. Neitzel R, Yost M. Task-based assessment of occupational vibration and noise exposures in forestry workers. AIHA J 2002;63(5):617-27 .