

Vibraciones: vigilancia de la salud en trabajadores expuestos

Vibrations: health surveillance in exposed workers
Vibrations: surveillance de la santé des travailleurs exposés

Redactor:

Antonio de la Iglesia Huerta
Doctor en Medicina

CENTRO NACIONAL DE
MEDIOS DE PROTECCIÓN

Esta Nota Técnica de Prevención trata de poner al día todo lo relativo a la vigilancia de la salud en trabajadores expuestos a vibraciones, tanto con repercusión mano-brazo como sobre el cuerpo entero. El documento hará mención a los riesgos y efectos derivados para la salud y muy especialmente a la vigilancia de la salud que comprenderá los apartados de prevención higiénica y prevención sanitaria.

Vigencia	Actualizada por NTP	Observaciones
VÁLIDA		Esta NTP está relacionada con las NTP 784, 792 y 839.

1. INTRODUCCIÓN

En líneas generales se puede definir la vibración como el movimiento de vaivén que ejercen las partículas de un cuerpo debido a una excitación. También y desde un punto de vista generalista se denomina vibración a la propagación de ondas elásticas que producen deformaciones y tensiones sobre un medio continuo. No obstante lo anterior conviene separar el concepto de vibración del de oscilación: mientras en las oscilaciones hay conversión de energía cinética en potencial gravitatoria y viceversa, en las vibraciones hay intercambio entre energía cinética y energía potencial elástica.

Desde un punto de vista más ortodoxo, se puede definir la vibración como el movimiento oscilante de un sistema mecánico elástico, respecto a una posición de referencia. Al intervalo de tiempo necesario para que el sistema efectúe un ciclo completo de movimiento se le llama *periodo de la vibración*. El número de ciclos por unidad de tiempo define la *frecuencia* del movimiento y el desplazamiento máximo del sistema desde su posición de equilibrio se llama *amplitud* de la vibración. Así pues la magnitud de una vibración puede cuantificarse en función de su desplazamiento, su velocidad o su aceleración. A efectos prácticos, la aceleración suele medirse con acelerómetros, siendo la unidad de aceleración el *metro por segundo al cuadrado* (m/s^2). La aceleración debida a la gravedad terrestre es, aproximadamente, de $9,81 m/s^2$.

La *frecuencia de vibración*, que se expresa en ciclos por segundo, esto es, en hertzios (Hz), afecta a la extensión con que se transmiten las vibraciones al cuerpo, tanto a las propias extremidades como al resto del organismo.

Aunque en el vigente cuadro español de enfermedades profesionales (EEPP) las enfermedades debidas a vibraciones mecánicas vienen tipificadas como "Síndrome de afectación vascular" y "Síndrome de afectación osteoarticular", se va a tratar, en esta Nota Técnica, de enfocar el

tema desde un punto de vista global, considerando en el apartado de manifestaciones clínicas los efectos de las vibraciones mano-brazo y los que ocurren tras la exposición del cuerpo entero, lo cual no quiere decir que no se preste la debida atención tanto a los efectos vasculares como a los osteoarticulares.

2. SITUACIONES DE EXPOSICIÓN: RELACIÓN CAUSA-EFECTO

La evaluación de riesgos será la que determine la existencia o no de la exposición y su intensidad. De forma no exhaustiva, el cuadro de EEPP cita las siguientes actividades capaces de producir enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas derivadas de la exposición a vibraciones mecánicas:

- En relación con las afecciones vasculares
 - Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.
 - Utilización de remachadoras y pistolas de sellado.
 - Trabajos que exponen al apoyo del talón de la mano de forma reiterativa, percutiendo sobre un plano fijo y rígido, así como los choques transmitidos a la eminencia hipotenar por una herramienta percutante.
- En relación con las alteraciones osteoarticulares
 - Se citan en el vigente cuadro las mismas situaciones de trabajo que las contempladas para las afecciones vasculares.

Los efectos derivados de la exposición a vibraciones de cuerpo entero y las actividades capaces de producirlas,

no se citan en el mencionado cuadro. De forma resumida, los defectos descritos en los trabajadores expuestos a las mismas son: disconfort, lumbalgias, dolores en hombros y zona cervical y cinetosis. Las fuentes de exposición están ligadas principalmente a la conducción de vehículos y máquinas o a plataformas o pisos sometidos a vibración.

3. MECANISMO DE ACCIÓN DE LAS VIBRACIONES: PATOGENIA

Las vibraciones llegan o penetran en el organismo a través de las extremidades pudiendo ocasionar efectos indeseables bien en las propias extremidades (*vibraciones mano-brazo*), bien en el resto del cuerpo (*vibraciones de cuerpo entero*), transmitidas por las extremidades inferiores o por la posición de sentado sobre una superficie que emite vibraciones).

Respecto a la percepción de las vibraciones conviene destacar que el organismo no dispone de un receptor especializado en la captación de las vibraciones, sino que son captadas por receptores situados en diversas zonas corporales: oído interno, los ojos (que informan de los movimientos), los músculos que contienen receptores sensibles al estiramiento, las articulaciones y los tendones.

Sobre esta base, el mecanismo patogenético de las vibraciones se basa en el hecho de que el cuerpo humano, al igual que cualquier estructura mecánica, tiene frecuencias de resonancia a las que presenta dos tipos de respuesta mecánica, la transmisibilidad y la impedancia.

Con relación a las vibraciones *mano-brazo*, la transmisión de las vibraciones depende de las características físicas de la vibración (magnitud, frecuencia, dirección) y de la respuesta dinámica de la mano, siendo el mecanismo patogenético complejo habida cuenta del poder de atenuación de las estructuras de las extremidades y de la magnitud de la frecuencia percibida. Así las vibraciones de baja frecuencia transmitidas a través del brazo son poco atenuadas a lo largo de la mano y el antebrazo. La atenuación en el codo va a depender de la postura del brazo del trabajador, ya que la transmisión de vibraciones suele disminuir a medida que aumenta el ángulo de flexión en la articulación del codo. Sin embargo en la exposición a altas frecuencias, la transmisión de vibraciones disminuye progresivamente a medida que aumenta la frecuencia, y por encima de 150 a 200 Hz la mayor parte de la energía de vibración se disipa en los tejidos de la mano y los dedos. Por otra parte y respecto a la impedancia, se sabe que influye la constitución corporal y las diferencias estructurales de las diversas partes de la extremidad superior, habiéndose puesto de manifiesto que las variaciones de impedancia dependen considerablemente de la frecuencia y dirección del estímulo de la vibración.

El uso prolongado de máquinas o de procesos motorizados, así como la manipulación de herramientas que transmiten vibraciones, pueden originar una serie de efectos sobre los miembros superiores del trabajador que son transmitidos a través de la mano.

En el ámbito laboral, los procesos y herramientas mecánicas que exponen las manos del trabajador a las vibraciones suelen ser muy diversos en distintos sectores industriales:

- Obras públicas, minería y construcción en general.- Utilización de martillos neumáticos tipo rompedores, compactadores o taladradores, uso de percutores neumáticos, manejo de buriladoras y compactadores vibratorios.

- Industrias del metal en general y fundiciones.- Manejo de buriladoras y amoladoras de todo tipo, pulidoras, remachadoras, llaves de impacto y martillos de agujas.
- Sector agrícola.- Uso de segadoras manuales, sierras de corte, sierras de cadena, máquinas descortezadoras y desbrozadoras.

Respecto a las vibraciones de *cuerpo entero*, la transmisibilidad en el organismo va a depender en gran medida de la frecuencia de la vibración, del eje de la vibración y de la postura del cuerpo. Así, una vibración vertical percibida a través de un asiento va a causar vibraciones en varios ejes: tronco, cuello y cabeza. La transmisibilidad suele alcanzar su valor máximo alrededor de las frecuencias comprendidas entre 3 y 10 Hz. A su vez la impedancia del cuerpo indica la fuerza que se requiere para que el cuerpo se mueva a cada frecuencia y aunque depende de la masa corporal, nuestro organismo suele presentar resonancia en torno a la frecuencia de 5 Hz.

En la gran mayoría de los casos, la exposición a las vibraciones de cuerpo entero, se produce como consecuencia del manejo de vehículos en posición de sentado, en donde las vibraciones se transmiten a través del asiento y del respaldo del conductor. Cuando se realizan trabajos sobre superficies que vibran, la vibración se transmite a través de los pies. La población laboral más frecuentemente expuesta a vibraciones de cuerpo entero es la siguiente:

- Trabajadores del sector aero-naval, concretamente las tripulaciones de barcos y pilotos de aeronaves, en especial los pilotos de helicópteros.
- Conductores de vehículos de obras públicas, construcción y agricultura (conducción de tractores, cosechadoras, excavadoras, etc.).
- Trabajadores del sector del transporte (conductores de camiones y autobuses).
- Conductores de carretillas elevadoras.

4. MANIFESTACIONES CLÍNICAS DE LOS EFECTOS DE LA VIBRACIONES

Consideraremos separadamente el síndrome de vibración mano – brazo y el síndrome de vibración de cuerpo entero.

Síndrome de vibración mano – brazo

Este síndrome puede dar origen a alteraciones vasculares, alteraciones neurológicas y a trastornos musculoesqueléticos.

Alteraciones vasculares

Los trastornos vasculares debidos a la exposición a vibraciones van a depender de una serie de factores entre los que habrá que contemplar en primer lugar la dosis de vibración recibida con relación al tiempo de exposición y en segundo lugar hay que prestar atención a una serie de factores de riesgo o modificadores de efectos que van a condicionar la aparición de estos trastornos y la intensidad del mismo: temperatura, flujo de aire, humedad, ruido y características individuales como alteraciones preexistentes del metabolismo lipídico o diabetes y hábitos tales como el fumar cigarrillos o el uso de determinados medicamentos.

Las alteraciones vasculares debidas a la exposición a vibraciones implican un cuadro de afectación circulatoria periférica cuya característica fundamental es la palidez

de los dedos de la mano y que es la manifestación más importante del fenómeno o síndrome de Raynaud, conocido también como enfermedad vaso espástica traumática, enfermedad del dedo blanco o dedo blanco inducido por vibraciones.

La clínica del síndrome de Raynaud no se manifiesta siempre por igual en todos los trabajadores afectados aunque suele existir una base común. Debemos distinguir:

- Manifestaciones generales. Las crisis paroxísticas de espasmo vascular pueden afectar tanto a las extremidades inferiores como a las superiores, aunque estas últimas suelen ser las más afectadas cuando se maneja herramientas vibrátiles. Suele ser más frecuente en mujeres expuestas y la afectación se circunscribe, habitualmente, a los dedos medio e índice, aunque en ocasiones se afectan también los dedos anular y meñique, siendo casi la regla que no se afecta el pulgar.
- Manifestaciones específicas. El fenómeno de Raynaud cursa en dos fases: a) Fase de isquemia, en donde los dedos aparecen fríos y embotados, adquiriendo una coloración pálida que puede volverse cianótica si el vasoespasmo continúa, b) Fase de hiperemia reactiva, esto es, ha cesado el espasmo y ha sobrevenido la vasodilatación con los subsecuentes síntomas de dolor pulsátil, hormigueos, hinchazón y aumento de la temperatura cutánea.
- Los síntomas descritos en las fases a) y b) pueden variar de unos pacientes a otros y en función de la gravedad del proceso (tabla 1)

Alteraciones neurológicas

Los trastornos neurológicos debidos a la exposición a vibraciones no están lo suficientemente estudiados, al menos desde un punto de vista estrictamente neurológico, aunque sí se han puesto de manifiesto, con más frecuencia, los trastornos asociados a efectos musculares, esto es, al binomio que constituyen las lesiones neuro-musculares.

Algunos estudios han postulado que la exposición continua a vibraciones puede originar trastornos de los nervios periféricos (neuropatía periférica) que puede ocasionar edema perineural a nivel de los dedos con evolución hacia la fibrosis y deterioro severo de la fibra nerviosa. Este cuadro puede tener un parecido clínico al del Síndrome del Túnel Carpiano por lo que se deberá

ser muy cuidadoso a la hora de efectuar el diagnóstico diferencial. El estudio de la conducción motora mediante la práctica de la electroneuromiografía puede ayudar a esclarecer la diferencia.

Trastornos músculo- esqueléticos

Los trastornos músculo-esqueléticos (TME) se pueden definir como lesiones que afectan principalmente a los tejidos blandos del aparato locomotor, esto es, músculos, tendones, nervios y articulaciones. El síntoma predominante es el dolor, asociado a inflamación, pérdida de fuerzas y dificultad para realizar algunos movimientos. Las situaciones de aparición de la enfermedad se pueden estudiar desde dos puntos de vista: las manifestaciones clínicas de los trastornos musculares y las manifestaciones clínicas de los trastornos osteoarticulares.

Las manifestaciones clínicas de los trastornos musculares se caracterizan por dolor, rigidez o contracturas y disminución de la fuerza. El dolor suele comprometer a varios grupos musculares, aunque puede estar asentado en un solo músculo, presentándose, habitualmente, tras un periodo de tiempo de exposición. Este dolor suele afectar o involucrar a otras estructuras adyacentes como ligamentos, tendones e incluso tejidos blandos. Realmente la lesión muscular se origina al alterarse el elemento conjuntivo que sostiene el entramado contráctil, apareciendo una desestructuración del citoesqueleto muscular, reforzándose o debilitándose según el caso, con motivo del estrés tisular mantenido. Este mecanismo es el que da lugar al cuadro crónico de la afección muscular, entre el que se encuentra la manifestación de dolor que suele ser progresiva y que a veces afecta a diferentes zonas del propio músculo o a un grupo muscular. Podemos objetivar el dolor mediante la palpación, encontrando puntos selectivos que aumentan si hacemos contraer el músculo al paciente.

Las manifestaciones clínicas de los trastornos osteoarticulares son raras a nivel de la articulación del hombro, en trabajadores expuestos a vibraciones, aunque algunos estudios han puesto de manifiesto que la osteoartritis de la articulación acromio-clavicular se origina con bastante frecuencia, seguida de la húmero-escapular. Otros estudios efectuados sobre población minera, afecta a vibraciones mano-brazo, han referido la ocurrencia de lesiones degenerativas de la articulación acromio-clavicular así como de tendinitis del hombro. Posiblemente

MANIFESTACIONES CLÍNICAS DEL SÍNDROME DE RAYNAUD	
CUADRO 1	CUADRO 2
<ul style="list-style-type: none"> • Los dedos aparecen blancos y “muertos”. • Aparecen parestesias, hormigueos y acorchamiento. • La duración del ataque varía entre minutos y algunas horas. • Aparece de nuevo dolor y hormigueos cuando la circulación se restaura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aparece congestión de los dedos. • La zona afecta presenta una coloración cianótica o negruzca. • A la presión sobre los dedos aparece una mancha blanquecina. • Suele aparecer dolor intenso, rigidez y anestesia.
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambos cuadros pueden aparecer en el mismo trabajador o solo darse uno de ellos. • En ambos cuadros pueden aparecer flictenas, úlceras y gangrena localizada distal. • El ataque de palidez, en el cuadro 1 puede finalizar tras masaje local. • Ambos cuadros aparecen más frecuentemente tras el uso de herramientas percutoras y martillos neumáticos en general. 	

Tabla 1. Variantes clínicas del síndrome de Raynaud en trabajadores expuestos a vibraciones

CUADROS CLÍNICOS DE LA ENFERMEDAD DE KIENBÖCK		
VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3
<ul style="list-style-type: none"> No existen síntomas Se trata de un hallazgo radiológico en reconocimientos médicos 	<ul style="list-style-type: none"> Existe tan solo dolor articular La imagen radiológica no se correlaciona con el cuadro de artralgias 	<ul style="list-style-type: none"> Existe dolor Limitación de la movilidad Pérdida de fuerza Enrojecimiento de la zona Signos radiológicos

Tabla 2. Variantes clínicas de la enfermedad de Kienböck

los trastornos osteoarticulares más frecuentes, causados por exposición a vibraciones mano-brazo, sean los que se originan a nivel de la articulación de la muñeca, en especial la enfermedad de Köhler y sobre todo la enfermedad de Kienböck que puede presentarse bajo tres variantes (tabla 2).

Síndrome de vibración de cuerpo entero

La sintomatología clínica de las vibraciones de cuerpo entero se relacionan, en general, con los efectos de tipo agudo tales como el disconfort y en la reducción de la capacidad de trabajo debido a la fatiga que las vibraciones producen en el organismo, aunque se han puesto de manifiesto alteraciones de tipo crónico sobre determinados órganos del cuerpo (tabla 3).

Los efectos de las vibraciones de cuerpo entero mejor estudiados son el mal del transporte, las alteraciones del sistema nervioso central y de la esfera psíquica, las alteraciones de la columna vertebral y las alteraciones oftalmológicas

Mal del transporte

Los trabajadores del Sector Transporte pueden sufrir el llamado "mal del transporte", especialmente aquellos que trabajan a bordo de embarcaciones, ya sean de mercancías, buques de pesca o del transporte de viajeros. En general los vehículos transmiten al organismo las vibraciones por ellos producidas, en una gama de frecuencias que oscilan entre 0,8 y 2 Hz (a bordo de embarcaciones entre 0,1 y 0,3 Hz) y los efectos variarán en función del tiempo de estimulación. La patogenia de la enfermedad

viene derivada de una interacción entre las funciones laberínticas y del sistema nervioso autónomo, caracterizándose la sintomatología por palidez, sudoración fría, náuseas y vómitos.

Alteraciones del sistema nervioso central y de la esfera psíquica.

Las manifestaciones más frecuentes se caracterizan por malestar general, vértigo, cefaleas e irritabilidad. Cuando concurren una serie de interacciones entre el órgano vestibular, el aparato de la visión y la esfera psíquica (concretamente el sistema propioceptivo) se pueden producir ilusiones ópticas u oculográficas acompañadas de mareos. Este tipo de ilusiones ópticas vienen derivadas de la teoría de que "cualquier respuesta anticipada a un estímulo, que no se llega a presentar, se puede considerar una ilusión". Como ejemplo puede valer la sensación de movimiento o desplazamiento cuando se está sentado en un vagón de un tren parado y se mueve el tren situado en la vía contigua.

Alteraciones de la columna vertebral

Es evidente que la exposición a vibraciones de cuerpo entero, tanto de altas como de bajas frecuencias, puede ocasionar daños en la columna vertebral como consecuencia de discopatías, habiéndose demostrado que tanto la intensidad de la vibración como el tiempo de exposición, implican un aumento del riesgo, mientras que los periodos de descanso disminuyen el mismo. Las formas clínicas más frecuentes de discopatía, en el ámbito que nos ocupa, son la hernia discal, la extrusión discal y la degeneración discal.

FRECUENCIA	ORIGEN DE LA VIBRACIÓN	EFFECTO SOBRE EL ORGANISMO
Muy Baja < 1 Hz	<ul style="list-style-type: none"> Transporte: avión, coche, barco, tren (movimiento de balanceo) 	<ul style="list-style-type: none"> Estimulación del laberinto Trastornos del SNC: mareos y vómitos (mal del transporte)
Baja 1 - 20 Hz	<ul style="list-style-type: none"> Transporte de pasajeros y/o mercancías Vehículos industriales, carretillas, etc. Tractores y maquinaria agrícola Maquinaria de obras públicas 	<ul style="list-style-type: none"> Lumbalgias, hernias, lumbociáticas Pinzamientos discales Agravación de lesiones raquídeas Síntomas neurológicos: variación del ritmo cerebral, dificultad del equilibrio. Trastornos de la visión Trastornos gastrointestinales Trastornos renales Trastornos neuropsíquicos

Tabla 3. Esquema de los efectos de las vibraciones de cuerpo entero a tenor de la frecuencia de exposición y el origen de las mismas

Alteraciones oftalmológicas

A nivel del órgano de la visión se pueden presentar: déficit de la agudeza visual, ilusiones ópticas y nistagmus, siendo este un movimiento involuntario e incontrolable de los ojos que puede ser horizontal, vertical, rotatorio, oblicuo o una combinación de ellos. El nistagmo está asociado a un mal funcionamiento en las áreas cerebrales que se encargan de controlar el movimiento, pero en este contexto de la exposición a vibraciones merecen especial mención los llamados nistagmus periféricos bien por causa neuromuscular o por alteraciones del laberinto. En los primeros, el nistagmus aparece por la paresia de alguno de los músculos extrínsecos. En los segundos está motivado por alteraciones del laberinto, siendo sus características la aparición del nistagmo horizontal en la mirada extrema, con el componente rápido dirigido siempre a un mismo lado e independientemente de la dirección de la mirada. Los trabajadores afectados de nistagmus suelen poner a menudo la cabeza en una posición anormal para mejorar su visión, anulando en lo posible el efecto que produce el movimiento de los ojos.

Otras alteraciones

Destacan alteraciones gastrointestinales que se manifiestan por anorexia, úlcera gastroduodenal y alteraciones peristálticas; alteraciones renales con hematuria y especialmente afectación de la función renal; trastornos circulatorios caracterizados por una relativa frecuencia de hemorroides y varices, aunque relacionados también con posturas sentadas de larga duración como ocurre en los conductores de transporte público y alteraciones sobre los órganos reproductores femeninos, entre los que destacan la inflamación de anexos y los desórdenes menstruales.

5. CRITERIOS PARA LA PREVENCIÓN Y PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD

Consideraremos separadamente los aspectos higiénicos y los sanitarios.

Aspectos higiénicos

Tras llevarse a cabo la evaluación de los riesgos en el lugar del trabajo y una vez objetivada la exposición a vibraciones, mediante las mediciones pertinentes, la prevención técnica debe tender a disminuir la intensidad de la vibración que se transmite a cualquier zona del cuerpo humano mediante una serie de acciones que se agrupan en tres apartados:

1. Reducción de la vibración en origen: esto es a nivel de la fuente emisora de las vibraciones. A este respecto es el fabricante de las herramientas o de la maquinaria el responsable de conseguir no solo que la intensidad de la vibración sea tolerable, sino que también determinados accesorios de estos equipos como empuñaduras, asientos, etc., tengan un diseño ergonómico adecuado.
2. Aislamiento de vibraciones: al objeto de minimizar la transmisión de las vibraciones, mediante el uso de aislantes a nivel de los elementos elásticos en los apoyos de las máquinas o de las plataformas vibrátiles, a nivel de las empuñaduras de las herramientas, de los asientos montados sobre soportes elásticos, etc.
3. Utilización de equipos de protección personal: en

aquellas situaciones en que no sea posible minimizar la vibración transmitida al cuerpo, se deberán utilizar equipos de protección individual (guantes, cinturones o botas) que aislen la transmisión de vibraciones.

A la vista de lo expuesto y en relación con las disposiciones legales vigentes, el empresario o el servicio de prevención han de evaluar los riesgos concediendo atención especial a una serie de aspectos entre los que destacamos: a) el nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida toda exposición a vibraciones intermitentes o a sacudidas repetidas; b) los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción; c) los efectos que guarden relación con la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a riesgos especialmente sensibles; d) todos los efectos indirectos para la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre las vibraciones mecánicas y el lugar de trabajo; e) la información facilitada por los fabricantes del equipo de trabajo con arreglo a lo dispuesto en las directivas comunitarias pertinentes; f) la existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a las vibraciones mecánicas; g) la prolongación de la exposición a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero después del horario de trabajo; h) las condiciones de trabajo específicas, tales como trabajar a temperaturas bajas; i) la información recogida en el control de la salud de los trabajadores.

En la tabla 4 y a manera de resumen, se concretan algunos criterios preventivos en función del tipo de vibración transmitida.

Además, desde el servicio de prevención, se ha de tener presente que la comunicación o detección de una situación de embarazo en una trabajadora expuesta a vibraciones debe promover una evaluación de riesgos adicional y la restricción de cualquier tarea que suponga la exposición a vibraciones de cuerpo entero incluido el uso de herramientas portátiles de grandes dimensiones.

Aspectos sanitarios

La vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a vibraciones debe hacerse de conformidad con lo dispuesto en el artículo 8 del Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de los trabajadores expuestos a vibraciones mecánicas, en el artículo 22 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y en el artículo 37.3 del Reglamento de los servicios de prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. La periodicidad de la misma será, como mínimo:

1. Una evaluación de la salud de los trabajadores inicial después de la incorporación al trabajo, después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud o de la introducción de maquinaria nueva. El objetivo de la misma sería disponer de un estado de salud de base que facilitaría el seguimiento ulterior y la detección de trabajadores especialmente sensibles.
2. Una evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir si guardan relación o pueden atribuirse a la exposición a vibraciones.
3. Una vigilancia de la salud a intervalos periódicos. Esta periodicidad estará en función de las características de la exposición y del trabajador expuesto. Además de facilitar la detección precoz de los efectos de la exposición, puede ser también un momen-

PREVENCIÓN DE LAS VIBRACIONES	
VIBRACIONES MANO-BRAZO	VIBRACIONES DE CUERPO-ENTERO
<ul style="list-style-type: none"> • Información a los trabajadores acerca de la exposición y del riesgo • Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de las herramientas vibrátiles • Elección de maquinaria con bajo nivel de vibración • Mantenimiento adecuado de los equipos • Sujetar las herramientas de trabajo con la menor fuerza posible • El hábito de fumar aumenta los efectos de las vibraciones • Utilización de equipos de protección individual adecuados, en especial guantes antivibratorios 	<ul style="list-style-type: none"> • Información a los trabajadores acerca de la exposición y del riesgo • Formación de los trabajadores sobre el uso correcto de plataformas vibrátiles • Reducción de la exposición mediante técnicas apropiadas • Reducción de la exposición en su origen • Disminuir la transmisión de vibraciones • Control y evaluación periódica de las vibraciones • Adoptar posturas idóneas durante el trabajo • Disminuir el tiempo de exposición: <ul style="list-style-type: none"> - ciclos de trabajo cortos - rotación de los trabajadores

Tabla 4. Criterios concretos para la prevención de las vibraciones

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS Y OBSERVACIONES A TENER EN CUENTA PARA LA VIGILANCIA MÉDICA PERIÓDICA DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A VIBRACIONES			
TIPO DE VIBRACIÓN	ENFERMEDAD	ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	OBSERVACIONES
Mano-Brazo	Alteraciones vasculares	<ul style="list-style-type: none"> • Oscilometría de miembros • Doppler vascular • EMG 	Descartar: <ul style="list-style-type: none"> • Acrocianosis • Parálisis poliomefítica con cianosis • Diabetes
	Alteraciones neurológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Electroneurografía 	Descartar: <ul style="list-style-type: none"> • Síndrome del túnel carpiano • Otras polineuropatías
	Trastornos músculo- esqueléticos	<ul style="list-style-type: none"> • Dinamometría isocinética • Radiografía de la muñeca • Radiografía del codo • TAC y/o RMN 	Descartar: <ul style="list-style-type: none"> • Fracturas por AA.TT • Fracturas por otras causas • Codo de tenista o golfista
Cuerpo Entero	Mal del transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Videonistagmografía • Electronistagmografía • Prueba calórica • Prueba rotatoria • Posturografía Dinámica 	Descartar: <ul style="list-style-type: none"> • Patología del oído interno • Vértigo de Ménière • Enfermedad cerebral
	Alteración psicomotriz	<ul style="list-style-type: none"> • Oculografía • Videonistagmografía • Posturografía Dinámica 	Descartar: <ul style="list-style-type: none"> • Enfermedad neurológica • Enfermedades psíquicas
	Alteración columna vertebral	<ul style="list-style-type: none"> • Maniobra de Lasègue • Radiografía de columna • TAC y/o RMN 	Descartar: <ul style="list-style-type: none"> • Patología previa • Enfermedad degenerativa
	Alteraciones oftalmológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Videonistagmografía • Electronistagmografía 	Descartar: <ul style="list-style-type: none"> • Patología cerebro-vascular • Enfermedades del laberinto
<p>TAC: tomografía axial computarizada; RMN: resonancia magnética nuclear EMG: electromiografía; AA.TT: accidentes de trabajo La mayor parte de los estudios complementarios deberá efectuarse por especialistas</p>			

Tabla 5. Esquema para la vigilancia médica periódica de los trabajadores expuestos a vibraciones

to ideal para recordar a los trabajadores los riesgos ligados a las vibraciones y la forma de reconocer los síntomas, así como buenas prácticas de carácter individual entre las cuales cabe destacar: hacer pausas regulares, mantener la temperatura corporal mediante una vestimenta adecuada, ingerir bebidas o alimentos calientes o hacer ejercicios y masajear los dedos durante las pausas.

La vigilancia de la salud, desde el punto de vista sanitario, ha de centrarse fundamentalmente en la vigilancia médica periódica de los trabajadores, sin olvidar lo establecido en la Ley General de la Seguridad Social que hace referencia a la obligatoriedad de efectuar reconocimientos médicos previos al ingreso, siempre y cuando el trabajador pueda contraer una enfermedad profesional por motivo de su trabajo.

Vigilancia médica periódica

La vigilancia médica de los trabajadores expuestos a vibraciones consiste, en una primera instancia, en la evaluación de los datos recogidos en la anamnesis y en la exploración física. En este sentido cobran especial relevancia los cuestionarios de síntomas y algunas pruebas como el test de provocación por frío, destreza manual o el umbral de percepción vibratoria. Posteriormente, en función del resultado de esta primera fase y a criterio médico, se debe decidir acerca de la conveniencia de someter al trabajador a ciertas exploraciones complementarias.

En los trabajadores expuestos a vibraciones se debe-

ría prestar especial atención a la manifestación precoz de:

- Trastornos vasculares: síntomas vasomotores, oscilometría de miembros superiores y estudio doppler
- Trastornos músculo-esqueléticos: vigilancia de síntomas, estudios radiográficos de hombro, codo y columna (periodicidad quinquenal si no hay manifestaciones clínicas), estudios de la capacidad funcional del músculo, control de la fuerza muscular, capacidad de carga en el trabajo dinámico y capacidad de carga en el trabajo estático
- Vigilancia de la aparición de otros trastornos, que ya se han descrito, como: mal del transporte, nistagmus, pérdida de la capacidad visual, etc.

Esta vigilancia médico sanitaria ha de basarse, también, en una serie de estudios y pruebas que se resumen en la tabla 5.

En cualquier caso la periodicidad de los reconocimientos periódicos, en trabajadores expuestos a vibraciones mano-brazo, deberá establecerse en función del nivel de la aceleración que se comentó en la introducción de esta Nota Técnica de Prevención. Así, deberán ser anuales cuando el nivel de acción sea $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ o semestrales si el nivel de acción es $A(8) \geq 5 \text{ m/s}^2$. En el caso de vibraciones transmitidas al cuerpo entero los reconocimientos médicos periódicos deberían tener una periodicidad anual cuando el límite de exposición diaria, para un período de referencia de 8 horas, esté comprendido entre 0,5 y 1,15 m/s^2 . Los reconocimientos deberían ser semestrales cuando los límites de exposición sobrepasen estos valores.

BIBLIOGRAFÍA

MUSSON Y; BURDORF A AND VAN DRIMMELEN D.

Exposure to shock and vibration and symptoms in workers using impact power tools.

Ann Occup Hyg; 33: 85-96, 1989.

BOVENZI M; ZADINI A; FRANZINELLI A AND BORGOGNI F.

Occupational musculoskeletal disorders in the neck and upper limbs of forestry workers exposed to hand arm vibration.

Ergonomics; 34:547-62, 1991.

VIROKANNAS H AND RINTAMAKE H.

Finger blood pressure and rewarming rate for screening and diagnosis of Raynaud's phenomenon in workers exposed to vibration.

Br J Ind Med, 48:480-484, 1991.

ANTUÑA ZAPICO JM.

Enfermedad de Kienböck.

Rev Orthop Traumatol, 37 (supl I): 100-113, 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

Higiene industrial.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2ª ed. Madrid: INSHT, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2ª ed. Madrid: INSHT, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

Directrices para la decisión clínica en enfermedades profesionales.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. 2ª ed. Madrid: INSHT, 2012.

NORMA UNE-EN-ISO 20643.

Vibración mano-brazo. Máquinas portátiles y guiadas a mano.

Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones, 2005

NORMA EN ISO 8041.

Respuesta Humana a las vibraciones.

Instrumentos de medida, 2005

NORMA EN ISO 20643.

Vibración mecánica-Máquinas portátiles y guiadas a mano.

Principios para la evaluación de la emisión de la vibración, 2005

NORMA UNE-EN-ISO 8041.

Respuesta humana a las vibraciones.

Instrumentos de medida, 2006

ACGIH.

Hand-Arm Vibration: Documentation.

Documentation of the TLVs and BEI with Other Worldwide Occupational Exposure Values 2006. Cincinnati, OH, ACGIH Worldwide, 2006

DONG RG; WELCOME DE ET AL.

Frequency weighting derived from power absorption of fingers-hand-arm system under z(h)-axis vibration.

J Biomech 39(12): 2311-24, 2006

THOMPSON A; HOUSE R AND MANNO M.

Assessment of the hand-arm vibration syndrome: thermometry, plethysmography and the Stockholm Workshop Scale.

Occup Med, 57:512-517, 2007

THOMPSON A; HOUSE R AND MANNO M.

The sensitivity and specificity of thermometry and plethysmography in the assessment of hand-arm vibration syndrome.

Occup Med, 58:181-186, 2008

REAL DECRETO 330/2009, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas, RD 13 de marzo de 2009