

## PLATAFORMAS VIBRATORIAS: BASES NEUROFISIOLÓGICAS, EFECTOS FISIOLÓGICOS Y APLICACIONES TERAPÉUTICAS

### VIBRATORY PLATFORMS: NEUROPHYSIOLOGICAL BASES, PHYSIOLOGICAL EFFECTS AND THERAPEUTIC APPLICATIONS

#### INTRODUCCIÓN

En la vida diaria nos exponemos a diversas fuentes de vibración: medios de transporte, diferentes tipos de maquinaria y herramientas, durante la actividad física, etcétera.

Son exposiciones a vibraciones de alta frecuencia, alta amplitud y larga duración con efectos adversos; Efectos estudiados por la especialidad de Medicina del Trabajo sobre los cuales se establecen normativas de seguridad (ISO 2631, Directiva Europea 2002/44/CE, etcétera)<sup>1,2</sup>.

Frente a ellas, sin embargo, existen otras vibraciones que proporcionan efectos beneficiosos para el organismo, con frecuencias moderadas (25 – 40Hz), amplitudes pequeñas (2 – 10mm) y exposiciones cortas (inferior a 30min con intervalos de descanso). Es lo que conocemos como “vibraciones de cuerpo entero” (whole body vibration, WBV).

Una plataforma (Figura 1) generará las vibraciones mecánicas que se transmiten al cuerpo en forma de energía, provocando la vibración del cuerpo entero, obteniendo efectos positivos a muy diversos niveles.

La mayor experiencia con la WBV se tiene a nivel del sistema muscular<sup>3</sup>. Se sabe que los músculos reaccionan a la vibración contrayéndose y esti-

rándose automáticamente. El estímulo mecánico produce un reflejo de estiramiento y contracción entre 30-60 veces por segundo, por lo que los músculos se contraen de forma continua<sup>4</sup>.

Los movimientos oscilatorios sinusoidales generados por la plataforma se transmiten a todo el cuerpo, aumentando la carga gravitatoria a la que

**Isabel M<sup>a</sup>  
Alguacil**

**Miguel  
Gómez  
Conches**

**Ana M<sup>a</sup>  
Fraile**

**Matilde  
Morales**

Dpto. de  
Fisioterapia,  
Terapia  
Ocupacional,  
Rehabilitación  
y Medicina  
Física  
Facultad  
de Ciencias de  
la Salud  
Universidad  
Rey Juan  
Carlos  
Alcorcón  
Madrid



FIGURA 1. Plataforma vibratoria Fitvibe®

#### CORRESPONDENCIA:

Isabel M<sup>a</sup> Alguacil  
Edificio Departamental II. Facultad de Ciencias de la Salud. Campus de Alcorcón.  
Universidad Rey Juan Carlos. 28922 Alcorcón (Madrid).  
E-mail: Isabel.alguacil@urjc.es

**Aceptado:** 25.07.2007 / Revisión n<sup>o</sup> 211

es sometido el sistema neuromuscular, lo que obliga al músculo a trabajar para vencer la fuerza de la gravedad. Resulta así un método muy efectivo para potenciar la musculatura, su aplicación más conocida<sup>5,6</sup>, como parte del entrenamiento deportivo habitual<sup>7</sup>, si bien presenta otras aplicaciones que comienzan a ser relevantes en el campo de la Rehabilitación (lumbalgias mecánicas, tras la reparación del ligamento cruzado anterior y en determinados trastornos neurológicos<sup>1,8-11</sup>).

Las modificaciones fisiológicas observadas con la WBV son análogas a las de cualquier actividad física<sup>3</sup>, habiéndose descrito además de cambios agudos, adaptaciones crónicas en el comportamiento mecánico de los músculos<sup>5</sup>. La adaptación al ejercicio físico es la que determina los cambios positivos que aparecen en nuestro organismo al realizar cualquier deporte, más con

la WBV el periodo de entrenamiento es más corto y su efecto mayor<sup>12</sup>. Su efectividad es explicada porque, mientras que con la mayoría de las terapias o métodos de tratamientos convencionales, así como con el trabajo de entrenamiento se realiza dicho trabajo sobre cierto número de tejidos, con el empleo de las vibraciones mecánicas vibra el cuerpo entero, obteniendo efectos beneficiosos a nivel sistémico<sup>13</sup>: tejido fino muscular, hueso, cartílago, nervios, vasos sanguíneos, hormonas y neurotransmisores.

Los efectos curativos de la vibroestimulación se conocen desde el siglo XIX<sup>14</sup>, si bien los primeros estudios de la vibroestimulación, realizados por investigadores rusos, datan de la década de los años 60. Su aplicación en el ámbito deportivo se debe a Nazarov (1978)<sup>15</sup>, a través de diversos dispositivos para su aplicación general y local, utilizándolos en el deporte de alta competición (Juegos Olímpicos de Moscú 80), ballet clásico y terapia física, al comprobar que un periodo de tratamiento de pocos minutos superaba los resultados del entrenamiento habitual.

Más tarde, la investigación sobre los efectos y su aplicación en el entrenamiento, seguirá a cargo del científico israelí Io Issurin<sup>14,16</sup>, si bien a finales de la década de los 90, será el profesor Carmelo Bosco<sup>3,5</sup> quién redescubrirá el principio del entrenamiento con vibración y sus efectos sobre el cuerpo humano. Expone que cada individuo responde a una frecuencia de vibración determinada, con la que el resultado del entrenamiento es máximo, desarrollando un sistema de estímulo mecánico neurológico (Sistema NEMES-BOSCO).

Actualmente existen en el mercado varios dispositivos. Algunos incluyen dos plataformas oscilatorias independientes (Figura 2). Los equipos permiten trabajar cualquier parte del cuerpo, precisando en ocasiones la ayuda de arneses en el tratamiento de pacientes con lesiones medulares o trastornos graves del equilibrio, con apoyos uni o bipodal, con o sin carga según se quiera mejorar o no la capacidad aeróbica, o en la posición conocida como “doble tarea” (Figura 3), para aquellos casos en los que existe un déficit cognitivo. Al



**FIGURA 2.**  
Equipo con dos  
plataformas  
independientes



**FIGURA 3.**  
Doble tarea en  
plataforma  
vibratoria Zeptor®

sujeto, mientras permanece sobre la plataforma en bipedestación, se le indica que realice una tarea con las manos. De este modo se ligan los recursos cognitivos entre sí, fomentándose con ello los reflejos automáticos.

El objetivo de este estudio ha sido realizar una revisión de la literatura científica para determinar los efectos y aplicaciones terapéuticas de la WBV, en especial en el campo de la Medicina Física y la Rehabilitación, así como sus resultados. Para ello se ha realizado una búsqueda bibliográfica en Pubmed Medline, la Cochrane Library y el Índice Médico Español (IME) hasta el año 2006.

## BASES NEUROFISIOLÓGICAS

Cuando el individuo entra en contacto con la plataforma vibratoria, la vibración, como estímulo mecánico que es, se transmite a lo largo del cuerpo, activando una serie de receptores cutáneos y sensoriales musculares, principalmente husos musculares y órganos tendinosos de Golgi, desencadenando un reflejo tónico vibratorio (RTV)<sup>17</sup>, responsable en última instancia de la contracción y relajación muscular<sup>8,12,13</sup>.

A través de la propiocepción, nuestro cerebro recibe información constante de todo el cuerpo acerca de la posición y del movimiento. Esta información proviene principalmente de receptores que se encuentran en músculos, piel y articulaciones<sup>18</sup>. Los husos musculares son fibras musculares modificadas, que se disponen en paralelo en el interior del músculo (fibras intrafusales). Su región central carece de fibras contráctiles, localizándose ahí las fibras sensitivas aferentes tipo Ia. Éstas son muy sensibles a los cambios de longitud del músculo y a la velocidad a la que se acorta, y transmiten dicha información desde los husos musculares hacia la médula espinal, donde realizan sinapsis con las alfa-motoneuronas, las cuales, a su vez, vía eferente, provocan la contracción de las fibras extrafusales, originando la contracción muscular<sup>19</sup>.

Estas terminaciones primarias de los husos musculares son las que inician la contracción refleja (RTV).

Por su parte, el órgano tendinoso de Golgi se encuentra en el punto de unión musculotendinoso y está innervado por fibras nerviosas sensitivas tipo Ib. Cuando el músculo se estira, el órgano tendinoso de Golgi se estira, y por lo tanto su fibra aferente se activa. Provoca una señal local que excitará a neuronas inhibitorias, que, a su vez, inhiben la motoneurona anterior alfa, relajando al músculo.

Así pues, el órgano tendinoso de Golgi percibe la tensión muscular, proporcionando un mecanismo negativo de retroalimentación que evita una tensión excesiva del músculo<sup>19</sup>. Cuando la tensión aplicada al músculo es muy grande y, por lo tanto, al tendón, el efecto inhibitorio debido al órgano tendinoso puede ser tal que produce una relajación brusca de todo el músculo, lo que puede explicar el incremento en la flexibilidad muscular observada tras utilizar la WBV<sup>13</sup>.

Se ha demostrado, con técnicas de descomposición electromiográfica, que las unidades motoras adicionales que se reclutan al trabajar con la WBV proceden del mismo pool, como cuando se realiza una contracción voluntaria máxima, respetando por tanto el orden de reclutamiento de unidades motoras<sup>20</sup>. Se ha observado también que mientras que en un entrenamiento convencional sólo se implica alrededor del 40% de las fibras musculares, con la plataforma vibratoria el porcentaje asciende hasta el 100%<sup>21</sup>. Por todo ello, diferentes autores<sup>22-24</sup> han descrito que el uso de las WBV duplica los efectos de la actividad física, sin requerir apenas esfuerzo por parte del usuario, en un periodo de entrenamiento más corto<sup>7</sup>. Bosco, *et al.*<sup>3</sup> sugieren para explicar este hecho, un incremento en la sincronización de la actividad de las unidades motoras, así como una mejor coordinación entre músculos sinergistas y un aumento en la inhibición de los antagonistas.

Los repetidos estiramientos sobre músculos, tendones y ligamentos que acontecen con el movimiento vibratorio, provocan la activación del reflejo miotático y con ello un aumento de las contracciones reflejas y voluntarias, por la mayor implicación de algunas áreas motoras cerebrales<sup>17,25,26</sup>. El estímulo mecánico produce un reflejo

de estiramiento y contracción entre 30-60 veces por segundo, por lo que los músculos se contraen de forma más o menos continua, siendo mayor el efecto cuanto más estirado está el músculo<sup>27</sup>.

Optimiza la coordinación de las unidades motoras, con menor posibilidad de lesiones por sobrecarga, al presentar un efecto más rápido que el entrenamiento convencional<sup>3</sup>.

### EFFECTOS FISIOLÓGICOS Y APLICACIONES TERAPÉUTICAS DE LA WBV

Los efectos de la WBV van a depender de una serie de parámetros (Tabla 1).

Las frecuencias que habitualmente se emplean varían entre los 20 y los 60Hz o ciclos por segundo. Las frecuencias bajas (< 20Hz) se utilizan para mejorar la propiocepción, la flexibilidad y conseguir la relajación muscular. Frecuencias superiores a los 20Hz serán las que habrá que aplicar si se busca un efecto osteoblástico o de fortalecimiento muscular<sup>28</sup>.

Respecto a la amplitud o desplazamiento en cada ciclo de movimiento sinusoidal, la mayoría de las plataformas permiten desplazamientos de entre 2 y 10mm, con un tiempo habitual de aplicación de entre 4 y 20 minutos, distribuidos en varias series de pocos minutos (1-3min), intercalando periodos de descanso (30-60s), realizándose con una periodicidad de entre 3 y 5 veces a la semana<sup>3,5,29</sup>, si bien hay autores que obtienen resultados con un único periodo de aplicación<sup>3,26</sup>.

Normalmente las plataformas pueden vibrar verticalmente o de forma basculante, con un componente lateral. Las primeras parecen mostrar

muy buenos resultados cuando el objetivo es la potenciación muscular, con menor riesgo de lesiones. Las basculantes por su parte y, en especial si el ritmo de las vibraciones varía estocásticamente, están ofreciendo resultados satisfactorios en la mejora de la propiocepción, al provocar sucesivas y múltiples situaciones de inestabilidad que fomentan el proceso de aprendizaje motor<sup>30</sup>.

Finalmente, otra serie de factores a tener en cuenta son el peso, la edad, la postura que el sujeto adopta en la plataforma o el nivel previo de actividad física<sup>31</sup>, habiéndose descrito un mayor efecto sobre el fortalecimiento del músculo, a mayor nivel físico previo<sup>16,26,32</sup>.

Sobre el *sistema musculoesquelético*, los trabajos publicados señalan un incremento en la fuerza muscular<sup>12,13,16,21-26,33-36</sup> a expensas, principalmente, de la fuerza explosiva<sup>1,37</sup>, con una disminución del nivel de fatiga muscular<sup>38</sup>. La potencia<sup>21,39,40</sup> así como el trabajo muscular aumentan<sup>41,42</sup>, independientemente de la edad. Runge, *et al.*<sup>43</sup> observaron una mejora en la fuerza muscular de los miembros inferiores, en 34 ancianos tras un tratamiento de 2 meses (6min al día, tres veces a la semana, 27Hz), así como una mejora en la movilidad articular, al ser capaz la vibración de liberar adherencias articulares, facilitando la flexibilidad muscular. Por otra parte, se ha descrito que el aumento del flujo sanguíneo a la zona, favorecería la relajación muscular. Fagnani, *et al.* trabajaron con 13 atletas femeninas durante 8s (3 veces/s) describiendo frente al grupo control, una mejora en la fuerza de la musculatura extensora de rodilla, en el salto vertical y en la flexibilidad, destacando la capacidad para prevenir lesiones musculotendinosas que el trabajo con plataformas puede significar<sup>44</sup>.

A nivel del *sistema osteocartilaginoso*, se ha observado un incremento en la producción de tejido óseo, tanto en animales de experimentación<sup>28</sup> como en humanos<sup>45</sup>, así como la capacidad para inhibir la resorción ósea<sup>46</sup>. La transmisión de estímulos mecánicos a los huesos genera una transformación de la estructura ósea, una reacción osteoblástica, mayor a mayores frecuencias de vibración<sup>47</sup>. Rubin, *et al.*<sup>48,49</sup> han descrito un aumento en el grosor y el número de trabéculas,

Frecuencia de la vibración (Hz)
Amplitud de la vibración (mm)
Magnitud (g)
Duración de la exposición a la vibración (min)
Dirección de la vibración
g: 9,8m/s <sup>2</sup>

**TABLA 1.**  
Parámetros de los  
que depende la  
vibrotterapia

lo que confiere al hueso una mayor rigidez y fuerza sugiriendo que el estímulo vibratorio de baja intensidad (30Hz, 0,2g, 20min/d) presenta un potencial preventivo en la pérdida de masa ósea a nivel de cadera y columna lumbar<sup>43</sup>. Verschueren, *et al.*<sup>50</sup> muestran una mejora en la densidad ósea de la cadera, en 25 mujeres de 58-74 años, tras 24 semanas de tratamiento empleando frecuencias de 35-40Hz. Por su parte, Gusi, *et al.* someten a 18 mujeres postmenopáusicas sedentarias a 6min de WBV, 3 días a la semana durante 8m en un estudio aleatorio controlado, y concluyen que la vibroterapia es más efectiva que la marcha para disminuir el riesgo de fractura de cadera<sup>51</sup>.

Sabemos que el cartílago necesita recibir cargas mecánicas externas para asegurar su nutrición. Las vibraciones nos proporcionarán estas cargas, favoreciendo la mejor distribución del líquido sinovial en la articulación. En animales de experimentación se ha descrito una mejora en la recuperación del cartílago<sup>52</sup>.

En referencia al *sistema endocrino*, varios trabajos ponen de manifiesto un incremento en los niveles de hormonas<sup>1,3,53</sup>, tales como la testosterona o la hormona de crecimiento, con aumentos de hasta el 400%<sup>3</sup>. Tras largos periodos de vibración (25min), se han observado ligeras elevaciones de norepinefrina con ligeros descensos en la cifra de glucosa plasmática<sup>54</sup>. Sabemos, también, que el trabajo en las plataformas ocasiona un descenso en el nivel del cortisol plasmático<sup>3</sup>.

Neurotransmisores como la dopamina y la serotonina muestran incrementos sanguíneos tras la exposición a las WBV<sup>30,55</sup>.

El *sistema vascular* es otro de los sistemas que se ve influenciado por el efecto del trabajo sobre las plataformas vibratorias<sup>56</sup>, con una mejora de la circulación sanguínea debido a un proceso de vasodilatación capilar<sup>57,58</sup>, lo que favorecerá el metabolismo celular<sup>13,41,42</sup>. La circulación venosa se beneficia, además, del efecto de bombeo que las vibraciones, a través de la contracción muscular, inducen.

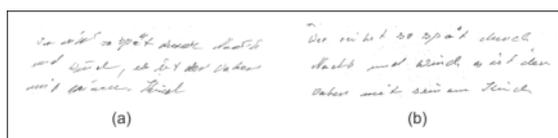
Oki, *et al.*<sup>59</sup> describen un menor desarrollo de arterioesclerosis en animales sometidos a vibra-

ciones, tanto a frecuencias de 30 como de 60Hz, durante 12 semanas, apreciándose menor depósito de material en las paredes de los vasos en las frecuencias altas.

Probablemente sobre el *sistema neurológico* es donde se dirigen mayoritariamente las últimas investigaciones<sup>60</sup>, principalmente en el campo de la Rehabilitación, habiéndose observado una “sensibilización” del sistema nervioso con el uso de la WBV, provocando una mejora de las señales sensoriales con un aumento del potencial de activación voluntaria<sup>10</sup>. El empleo de plataformas vibratorias condiciona una notable mejora en la marcha, con un mejor equilibrio<sup>29</sup> y una mejor coordinación y propiocepción<sup>33</sup>. En pacientes parkinsonianos se ha descrito, con 5 series de 60s cada una a frecuencias theta<sup>6,8</sup>, una reducción en la espasticidad, la rigidez, el temblor y la incontinencia, con una mejora de la bradi/acinesia (Figura 4)<sup>61</sup>. Modifica la actividad cerebral de estos sujetos, no sólo por el incremento en la concentración de dopamina y serotonina, sino porque provoca una mayor actividad talámica, registrándose un aumento en los potenciales motores evocados, lo que sugiere que la WBV actúa sobre la excitabilidad de la corteza motora<sup>62,63</sup>. Los efectos pueden ya observarse a los 10-60min tras la primera aplicación, con una duración de los efectos de entre 2 y 48h, notando una mejoría de sus síntomas cerca del 80% de los pacientes<sup>8,9</sup>.

Ahlborg, *et al.*, tras 8s de entrenamiento vibratorio, con sujetos con parálisis cerebral, reseñan, no sólo una mejora en la fuerza, sino una mejora en la función motora manual así como una disminución en la espasticidad muscular<sup>64</sup>.

La estimulación de los mecanorreceptores propioceptivos pudiera inducir a la reorganización espinal y cortical, a través de la zona del cuerpo afecto y no afecto, lo que podría suponer una



**FIGURA 4.** Muestra de la caligrafía pre (a) y posttratamiento (b). Se observa en (b) un trazado con menos oscilaciones y menor presión

mejora del control propioceptivo postural en sujetos con antecedentes de accidentes cerebrovasculares<sup>10</sup>, así como en una mejora del equilibrio, con un menor riesgo de caídas, en el anciano<sup>33</sup>.

Las vibraciones mecánicas provocan sucesivas y múltiples situaciones de inestabilidad, que fomentan el proceso de aprendizaje motor. La aplicación de vibraciones mecánicas lleva a la adaptación de los esquemas de reflejos neuromusculares. Desde el punto de vista mecánico, estas adaptaciones derivan en un control más eficiente de los procesos de vibración.

De los efectos fisiológicos expuestos en párrafos anteriores, se desprenden, además de su uso como entrenamiento deportivo, las aplicaciones terapéuticas de las vibraciones mecánicas (Tabla 2).

En contra de la creencia de que las vibraciones pudieran ser causa de lumbalgia, la WBV, por una mejora del tono muscular paravertebral y

abdominal, controla la sintomatología de la lumbalgia mecánica<sup>1,38</sup>.

Desde el punto de vista de su aplicación en el anciano, como fortalecimiento muscular, las vibraciones suponen un método de trabajo menos costoso, en especial cuando la debilidad muscular afecta sobre todo a los miembros inferiores, actuando las vibraciones principalmente sobre las fibras musculares tipo II, las más afectadas con el envejecimiento<sup>21</sup>. Respecto a su beneficio a nivel esquelético, se ha demostrado que aumenta la densidad ósea a nivel de la cabeza femoral<sup>51</sup> y, al mejorar el equilibrio y la marcha<sup>33</sup>, podría suponer una medida preventiva eficaz en el control del riesgo de caídas y de sus consecuencias. Conocemos, lamentablemente, que la adhesión del sujeto mayor, a un programa de ejercicios convencional, suele ser pobre<sup>21</sup>. El hecho de que con la WBV se obtengan resultados con aplicaciones diarias de entorno a los 5min, puede hacer de este tipo de trabajo una buena alternativa.

En el campo de la rehabilitación de las lesiones del ligamento cruzado anterior, nuestro objetivo no es sólo la mejora de la fuerza del aparato extensor, sino también de la propiocepción, ya que la lesión del ligamento implica la pérdida de numerosos mecanorreceptores. Con el empleo de las vibraciones se consiguen ambos fines en un muy breve plazo de tiempo. Haas, *et al.*<sup>65</sup> indican su aplicación transcurridas entre 6 y 10 semanas de la cirugía, siempre que no exista dolor o derrame, comenzando con el miembro inferior sano apoyado en una superficie que no oscile, soportando la mayor parte del peso corporal, y el miembro lesionado sobre la plataforma. Los resultados positivos se obtienen a las 2 semanas de tratamiento, a razón de 5 sesiones a la semana de 1min de duración cada sesión, empleando frecuencias de 30Hz<sup>66</sup>.

Debido al efecto de tonificación que produce en la piel, junto con el refuerzo muscular, se está empezando a emplear en el campo de la estética, para el tratamiento de procesos celulíticos. Por su parte, el síndrome de Burnout se vería beneficiado por el incremento de serotonina descrito en párrafos anteriores.

Las contraindicaciones<sup>10</sup> de la WBV se resumen en la Tabla 3.

Patología neurológica	Patología musculoesquelética	Otras
Ataxia	Atrofia muscular	Burnout
ACV	Lumbalgia mecánica	Celulitis
Parkinson	Condromalacia rotuliana	Linfedema
Esclerosis múltiple	Osteoporosis	IVP
TCE	Lesión LCA	

**TABLA 2.**  
Aplicaciones terapéuticas de la vibroterapia

ACV: accidente cerebrovascular; TCE: traumatismo craneoencefálico; LCA: ligamento cruzado anterior; IVP: insuficiencia venosa periférica

Pseudoartrosis
Discopatías (HD)
Espondilolisis
Valvulopatías
Injertos metálicos, osteosíntesis
Marcapasos, alteraciones del ritmo cardiaco
Riesgo de trombosis
Intervenciones quirúrgicas recientes
Enfermedad inflamatoria reumática
Embarazo
Enfermedad maligna
Epilepsia
Infección en la zona de tratamiento
¿Lesiones oculares?

**TABLA 3.**  
Contraindicaciones de la vibroterapia

HD: hernia discal

La mayoría de los trabajos recogidos en la literatura científica no refieren efectos secundarios con el empleo de las plataformas<sup>10,12,33,43,50</sup>. No obstante, han sido descritos episodios transitorios de gonalgia en sujetos ancianos con gonartrosis<sup>21</sup>, o enrojecimiento banal y no doloroso de las extremidades inferiores<sup>21,67</sup>. Con frecuencias de aplicación bajas (<10Hz) se ha observado enlentecimiento de la motilidad gástrica<sup>68-71</sup>, así como cefaleas por mala posición<sup>13</sup>. Resulta fundamental para minorizar estos efectos secundarios, el adquirir la posición correcta sobre la plataforma, en función del objetivo buscado, ya que la transmisión de las vibraciones depende de la posición y de la frecuencia empleada. Todo material, incluidos los tejidos biológicos, posee una frecuencia natural a la que vibra. Si un cuerpo, al recibir los impulsos, vibra a una frecuencia igual a la suya, se dice que está en *resonancia*<sup>13,70</sup>. En esta *frecuencia de resonancia* (FR) la transmisibilidad de la vibración en el organismo es máxima, ocurriendo el máximo desplazamiento de las estructuras corporales, pudiendo este hecho provocar los efectos negativos descritos en el uso de las plataformas. La FR está relacionada con varios parámetros, disminuye con las frecuencias altas o el peso corporal, mientras que aumenta con la debilidad muscular. El rango de la FR en la WBV es de 5-10Hz, por lo que deberían evitarse en el entrenamiento por vibración frecuencias por debajo de los 20Hz.

Tras lo expuesto anteriormente, parece claro que la terapéutica con las plataformas vibratorias abre un extenso campo de posibilidades, especialmente en aquellas enfermedades neurológicas que cursen con trastornos del equilibrio y coordinación, en sujetos de edad avanzada por su, a priori, fácil manejo y breve duración, lo que aventura una mayor adhesión a los programas establecidos, y como método cómodo de potenciación muscular.

El hecho de que los beneficios, en algunos procesos, no se mantengan más allá de unos pocos días, el coste de estos equipos (alrededor de los 18.000 €) y su muy reciente introducción en la práctica clínica, puede justificar el aún limitado número de trabajos en el campo de la rehabilitación.

Serán necesarias nuevas líneas de investigación que valoren el mantenimiento de los efectos positivos en el tiempo, y confirmen o refuten los resultados alentadores obtenidos hasta ahora.

## RESUMEN

Desde hace unos años se emplean, de forma habitual, como parte del entrenamiento deportivo, las plataformas vibratorias. Los estímulos vibratorios, que se transmiten a través del organismo, condicionan una serie de respuestas fisiológicas responsables de su aplicación. Recientemente este concepto de *vibración del cuerpo entero* ("whole body vibration", WBV) ha comenzado a utilizarse en el campo de la Rehabilitación, con resultados prometedores. Las primeras reseñas publicadas, en este sentido, se han llevado a cabo en patologías neurológicas como la enfermedad de Parkinson y los trastornos del equilibrio, en el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior y como medida para reducir el riesgo de caída en el sujeto anciano.

El objetivo de este estudio ha sido realizar una revisión de la literatura científica para determinar los efectos y aplicaciones terapéuticas de la WBV, en especial en el campo de la Medicina Física y la Rehabilitación, así como sus resultados. Para ello se ha realizado una búsqueda bibliográfica en Pubmed, la Cochrane Library y el Índice Médico Español (IME) hasta el año 2006.

**Palabras clave:** Vibración. Entrenamiento deportivo. Equilibrio. Reflejo tónico vibratorio.

## SUMMARY

For a few years now, vibratory platforms have been employed habitually as part of fitness. Vibratory stimulations, which are transmitted through the organism, condition a series of physical responses that justify their therapeutic application. Recently this whole body vibration concept WBV has been applied to the field of rehabilitation with promising results. The first studies published have been realized in some

neurological pathologies: Parkinsons and balance disorders, in the treatment of anterior cruciate ligament lesions and as a measure to reduce the risk of falls among elderly patients. The aim of this study has been to review the scientific literature to determine the effects of vibration, its therapeutic applications and its results in the

fields of Physical Rehabilitation. For this reason a bibliographical search has been conducted on Pubmed, the Cochrane library and the Spanish Medical Index until 2006.

**Key words:** Whole body vibration. Muscle performance. Balance. Tonic vibration reflex.

## B I B L I O G R A F Í A

1. **Cardinale M, Pope MH.** The effects of whole body vibration on humans: Dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung.* 2003;90:195-206.
2. **Directiva Europea 2002/44/CE,** de 25 junio 2002. *Official Journal of the European Communities* L 177/13 2002.
3. **Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihany J, et al.** Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81:449-54.
4. **De Ruiter CJ, Van der Linden RM, Van der Zijden MJ, Hollander AP, De Haan A.** Short-term effects of whole-body vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *Eur J Appl Physiol.* 2003;88:472-5.
5. **Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, Colli R, Tihany J, Von Duvillard SP, et al.** The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol Sport.* 1998;15:157-64.
6. **Jordan MJ, Norris SR, Smith DJ, Herzog W.** Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *J Strength Cond Res.* 2005;19:459-66.
7. **Mahieu N, Witvrouw E, Van de Voorde D, Michil-sens D, Arbyn V, Van den Broeck W.** Improving Strength and Postural Control in Young Skiers: Whole-Body Vibrations Versus Equivalent Resistance Training. *J Athl Train* 2006;41:286-93.
8. **Haas C, Schmidtbleicher D.** Zu den effekten mechanischer schwingungsreize bei m. *Parkinson. Rheuma Aktuell.* 2002;3:8-10.
9. **Haas C, Schmidtbleicher D.** Effects of whole-body-vibration on motor control in Parkinson's disease. *J Neurol Trans.* 2003;110:66.
10. **Van Nes IJW, Geurts ACH, Hendricks HT, Duy-sens J.** Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: Preliminary evidence. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83:867-73.
11. **Iwamoto J, Takeda T, Sato Y, Uzawa M.** Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in post-menopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clin Exp Res.* 2005;17:157-63.
12. **Delecluse C, Roelants M, Verschueren S.** Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1033-41.
13. **Mester J, Kleinöder H, Yue Z.** Vibration training: benefits and risks. *J Biomech.* 2006;39:1056-65.
14. **Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G.** Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci.* 1994;12:561-6.
15. **Weber R.** Muskelstimulation durch vibration. *Leistungsport.* 1997;27:53-7.
16. **Issurin VB, Tenenbaum G.** Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci.* 1999;17:177-82.
17. **Seidel H.** Myoelectrical reactions to ultra-low frequency and low-frequency whole body vibration. *Eur J Appl Physiol.* 1988;57:558-62.

18. Aparicio F. Rehabilitación en lesiones deportivas. Bases neurofisiológicas. *Rehabilitación (Madr)*. 2002;36:3-5.
19. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiología*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana 2001.
20. Mao CC, McGill KC, Dorfman LJ. Muscle vibration facilitates orderly recruitment of motor units. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1990;30:245-52.
21. Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini CH, Guralnik JM, et al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84:1854-7.
22. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1999;79:306-11.
23. Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol*. 1999;19:183-7.
24. Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Whole-body-vibration training increase knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52:901-8.
25. Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34:1523-8.
26. Cardinale M, Lim J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med Sport*. 2003;56:287-92.
27. Johnston RM, Bishop B, Coffey GH. Mechanical vibration of skeletal muscles. *Phys Ther*. 1970;50:499-505.
28. Rubin C, Turner AS, Bain S, Mallinckrodt C, McLeod K. Anabolism: low mechanical signals strengthen long bones. *Nature*. 2001;412:603-4.
29. Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2002;22:145-52.
30. Haas C, Turbanski S, Kaiser I, Schmidbleicher D. Effects of whole-body-vibration on postural control in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2004;19:518.
31. Cochrane DJ, Legg SJ, Hooker MJ. The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *J Strength Cond Res* 2004;18:828-32.
32. Liebermann DG, Issurin V. Effort perception during isotonic muscle contractions with superimposed mechanical vibratory stimulation. *J Hum Mov Stud* 1997;32:171-86.
33. Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Tejen O, Richy F, et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Pphys Med Rehabil* 2005;86:303-7.
34. Roelants M, Delecluse C, Goris M, Verschueren SM. Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int J Sports Med* 2004; 25:1-5.
35. Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res* 2003;17:621-4.
36. Rittweger J, Just K, Kautzsch K, Reeg P, Felsenberg D. Treatment of chronic lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration exercise: A randomized controlled trial. *Spine* 2002;27:1829-34.
37. Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study. *J Bone Miner Res* 2003;18:876-84.
38. Rittweger J, Mutschelknauss M, Felsenberg D. Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* 2003;23:81-6.
39. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31:3-7.
40. Ronnestad BR. Comparing the performance-enhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 2004;18:839-45.

41. Rittweger J, Ehrig J, Just K, Mutschelknauss M, Kirsch KA, Felsenberg D. Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: Influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *Int J Sports Med* 2002;23:428-32.
42. Rittweger J, Schiessl H, Felsenberg D. Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *Eur J Appl Physiol* 2001;86:169-73.
43. Runge M, Rehfeld G, Resnick E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskel Interact* 2000;1:54-8.
44. Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, Pigozzi F, Di Salvo V. *Am J Phys Med Rehabil* 2006;85:956-62.
45. Ward K, Alsop C, Brown S, Caulton J, Rubin C, Adams J, et al. Low magnitude, high frequency loading therapy increases volumetric tibial bone mineral density in children with disabling conditions. *J Bone Miner Res* 2003;19:360-9.
46. Xie L, Jacobson JM, Choi ES, Busa B, Donahue LR, Millar LM, et al. *Bone* 2006;39:1059-66.
47. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. *J Bone Miner Res* 2004;19:343-51.
48. Rubin C, Turner AS, Muller R, Mitra E, McLeod K, Lin W, et al. Quantity and quality of trabecular bone in the femur are enhanced by a strongly anabolic, noninvasive mechanical intervention. *J Bone Miner Res* 2002;17:349-57.
49. Rubin C, Turner AS, Mallinckrodt C, Jerome C, McLeod K, Bain S. Mechanical strain, induced noninvasively in the high-frequency domain, is anabolic to cancellous bone, but not cortical bone. *Bone* 2002;30:445-52.
50. Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschuere D, Boonen S. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res* 2004;19:352-9.
51. Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskel Disord* 2006;7:92.
52. Liu J, Sekiya I, Asai K, Tada T, Kato T, Matsui N. Biosynthetic response of cultured articular chondrocytes to mechanical vibration. *Res Exp Med* 2001;200:183-93.
53. Cardinale M, Leiper J, Erskine J, Milroy M, Bell S. The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: a preliminary study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2006;26:380-4.
54. Di Loreto C, Ranchelli A, Lucidi P, Murdolo G, Parlanti N, De Cicco A, et al. Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *J Endocrinol Invest.* 2004;27:323-7.
55. Arizumi M, Okada A. Effects of whole body vibration on biogenic amines in rat brain. *Br J Ind Med* 1985;42:133-6.
56. Murfee WL, Hammett LA, Evans C, Xie L, Squire M, Rubin C, Judex S, Skalak TC. High-frequency, low-magnitude vibrations suppress the number of blood vessels per muscle fiber in mouse soleus muscle. *J Appl Physiol* 2005;98:2376-80.
57. Kersch-Schindl K, Grampp S, Henk C, Resch H, Preisinger E, Fialka-Moser V, et al. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Physiol.* 2001;21:377-82.
58. Zhang Q, Ericson K, Styf J. Blood flow in the tibialis anterior muscle by photoplethysmography during foot-transmitted vibration. *Eur J Appl Physiol* 2003;90:464-9.
59. Oki M, Ishitake T, Ohkubo A, Matoba T. Frequency dependence of the suppressive effects of vibration on atherosclerosis in the rabbit. *Kurume Med J* 1989;36:161-6.
60. Haas C, Hochsprung A, Turbanski S, Brand S, Schmidtbleicher D. Effects of whole-body-vibration in rehabilitation of spinal cord injury patients. *J Neurol* 2004;251:433.
61. Haas C, Turbanski S, Kaiser I, Schmidtbleicher D. Postural control training in Parkinson's disease. *Isokinet Exerc Sci* 2004;12:12-3.
62. Kossev A, Siggelkow S, Kapels H, Dengler R, Rollnik JD. Crossed effects of muscle vibration on motor-evoked potentials. *Clin Neurophysiol* 2001;112:453-6.

63. Haas C, Turbanski S, Kessler K, Schmidtbleicher D. The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation* 2006;21:29-36.
64. Aalborg L, Andersson C, Julin P. Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *J Rehabil Med* 2006;38:302-8.
65. Haas C, Turbanski S, Schmidtbleicher D. Nerval and mechanical rhythms in rehabilitative balance training. *Isokinet Exerc Sci.* 2004;12:54-5.
66. Salvarani A, Agosti M, Zanre A, Ampollini A, Montagna L, Franceschini M. Mechanical vibration in the rehabilitation of patients with reconstructed anterior cruciate ligament. *Eur-Medicophys.* 2003;39:19-25.
67. Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol* 2000;20:134-42.
68. Ishitake T, Kano M, Miyazaki Y, Ando H, Tsutsumi A, Matoba T. Whole-body vibration suppresses motility in healthy men. *Ind Health* 1998;36:93-7.
69. Ishitake T, Miyazaki Y, Ando H, Matoba T. Suppressive mechanism of gastric motility by whole-body vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 1999;72:469-74.
70. Kjellberg A, Wikstrom BO. Acute effects of whole-body vibration. Stabilography and electrogastrography. *Scand J Work Environ Health* 1987;13:243-6.
71. Miyazaki Y. Adverse effects of whole-body vibration on gastric motility. *Kurume Med J* 2000;47:79-86.