

# REVISIÓN DEL EFECTO AGUDO DE LAS VIBRACIONES MECÁNICAS SOBRE DIVERSAS MANIFESTACIONES DE LA FUERZA

## REVIEW OF THE ACUTE EFFECT OF VIBRATION EXERCISE ON DIFFERENT EXPRESSIONS OF THE STRENGTH

Moisés  
de Hoyo

Santiago  
Romero  
Granados

Luís  
Carrasco

Borja  
Sañudo

Departamento  
de Educación  
Física y  
Deporte.  
Universidad  
de Sevilla  
Grupo de  
Investigación  
Educación  
Física, Salud  
y Deporte  
HUM-507

### RESUMEN

Las vibraciones de cuerpo entero (WBV) pueden dar lugar a contracciones musculares reflejas a través de la activación de los husos musculares (Ia), sin embargo, no están claros los mecanismos a través de los cuales éstas podrían mejorar la capacidad neuromuscular. En el presente estudio hemos realizado una revisión sistemática de artículos en los que se han publicado datos relativos a los efectos agudos de las WBV sobre la fuerza en general y la potencia y la capacidad de salto como manifestaciones particulares. Tras la búsqueda de artículos originales escritos en inglés posteriores al año 2000 en las principales bases de datos, un total de 8 artículos, de 408 analizados, cumplieron los criterios de inclusión. Los principales resultados muestran efectos positivos en la mayoría de los casos, aunque no siempre estadísticamente significativos, fundamentalmente en lo que respecta a la potencia generada y a la capacidad de salto, siendo más dispares en lo referente a la fuerza máxima isométrica y dinámica. Ésta heterogeneidad de resultados puede deberse a las múltiples variables que se pueden regular para este tipo de entrenamiento, las cuales hacen que cada estudio sea diferente y difícil de comparar con los demás. Sin embargo, a partir del análisis de los diferentes estudios, se desprende que la vibración es un estímulo potencialmente eficaz para la mejora del rendimiento de forma aguda, sin embargo, es necesario conocer cual es el protocolo de intervención más acertado y si estos efectos se mantienen en el tiempo como resultado de la aplicación a largo plazo, utilizando las WBV como programa de entrenamiento.

**Palabras clave:** Vibraciones de cuerpo entero (WBV). Efecto agudo. Fuerza. Potencia. Salto vertical.

### SUMMARY

A stimulation of Ia-afferents via muscle spindle can be expected by the use of the whole body vibration (WBV), although there is no evidence about the mechanism by which vibrations could to enhance the neuromuscular performance. This review analyses the scientific evidence with regard to the acute effects of WBV on different expressions of the strength, such as muscle power and jump ability. After the search in the main database for original articles write in English since 2000, rating of 8 relevant studies of 408 analysed was performed once meeting the inclusion criteria. The main results show positive effects in most of the analysed parameters, although these results are not always statistically significant, primarily with regard to the power and also to the jump ability, being contradictories in terms of isometric and dynamic strength. This heterogeneity of results may be due to the different variables that can be use for this type of training such as frequency, amplitude, acceleration, the position on the machine or duration of the vibration, which means that each study is different and difficult to compare with others. However, based on this evidence we can state that the vibration exercise is a potentially effective stimulus for improving the performance of the athletes, however, it is necessary to know which one is the fittest protocol to each subject and also whether these effects can be maintained over time as a result of a long-term exercise. Therefore more studies are needed to determine the effect on neuromuscular response.

**Key words:** Whole body vibration. Acute effects. Strength. Muscle power. Jump ability.

### CORRESPONDENCIA:

Moisés de Hoyo Lora  
Avda. Ciudad Jardín, 22. 41005, Sevilla  
E-mail: dehoyolora@us.es

**Aceptado:** 05.05.2008 / Original nº 546

## INTRODUCCIÓN

Las primeras investigaciones centradas en el efecto de las vibraciones sobre el cuerpo humano fueron realizadas desde la perspectiva de la medicina del trabajo, considerando éstas como muy perjudiciales para la salud<sup>1</sup>. Sin embargo, la perspectiva más actual del campo de la actividad física y el deporte, así como de la rehabilitación, considera los efectos de las vibraciones como muy beneficiosos para el rendimiento muscular. La explicación a estas grandes divergencias podría residir en los diferentes parámetros de vibración empleados. Así, los efectos sobre diversos parámetros relacionados con la eficacia muscular han sido estudiados con ejercicios y equipos especialmente diseñados<sup>2-11</sup> y, en particular, aquellos efectos de las vibraciones de cuerpo entero (WBV), los cuales han sido analizados utilizando plataformas capaces de producir vibraciones sinusoidales<sup>1</sup>.

Existen algunas teorías sobre el efecto que las vibraciones pueden tener en el rendimiento muscular. La más extendida hace referencia a factores neuronales, probablemente relacionada con un aumento de la sensibilidad del arco reflejo, que inicia las contracciones musculares<sup>4,6,7</sup>. Se ha demostrado que las vibraciones mecánicas ejercen una excitación tónica en los músculos expuestos a la misma. Aplicar directamente la vibración sobre el músculo o el tendón (en la frecuencia de 10 - 200 Hz) o sobre todo el cuerpo (1 - 30 Hz) provoca una respuesta llamada “reflejo tónico vibratorio” (TVR)<sup>12,13</sup>. Las vibraciones inducidas implican la activación de los husos musculares a través de la mediación de la señal neuronal de las fibras aferentes Ia<sup>14</sup> y la activación de las fibras musculares a través de las motoneuronas alfa. El TVR inducido por la vibración también es capaz de reclutar un mayor número unidades motoras a través de la activación de los husos musculares y vías polisinápticas<sup>15</sup>, lo que supone un aumento temporal de la actividad muscular. Sin embargo, a largo plazo, la estimulación prolongada de los husos musculares por vibración conduce en última instancia a la

fatiga muscular<sup>16,17</sup>. Esto, a su vez, origina una reducción de la actividad EMG, de la frecuencia de impulsos de las unidades motoras, y de la fuerza de contracción<sup>18</sup>.

Las WBV constituyen un estímulo mecánico que se transmite al cuerpo humano a través de los pies cuando el sujeto está en bipedestación sobre una plataforma vibratoria. Las plataformas más utilizadas para este propósito vibran en sentido vertical, provocando un efecto u otro dependiendo de la oscilación mecánica de la vibración, que queda definida por la frecuencia (Hz), la amplitud (mitad de la diferencia entre el máximo y el mínimo valor de la oscilación periódica, medida en mm), la magnitud o aceleración [parámetro derivado de la frecuencia y amplitud, y, que se obtiene indirectamente a través de la fórmula:  $a = (2\pi f)^2 a$  ( $a$ =aceleración;  $f$ =frecuencia;  $a$  =amplitud)] y la duración de exposición a la misma<sup>19,20</sup>. También se suelen utilizar plataformas con un eje central, de manera que se producen desplazamientos alrededor de este eje tanto a derecha como a izquierda.

La diversidad de resultados que se pueden encontrar al analizar la bibliografía se debe a la ausencia de directrices para los ejercicios de WBV, de manera que los investigadores han utilizado protocolos muy diferentes en sus trabajos<sup>3,21,22</sup>. La variedad de parámetros que pueden regularse a la hora de planificar un programa de intervención plantea una amplia gama de posibilidades de actuación. Son, por tanto, diversos los estudios que proponen programas de entrenamiento basados en la estimulación vibratoria y, que intentan medir la mejoría que ello supone sobre diversos aspectos del rendimiento muscular.

Si bien es cierto, los efectos agudos de las WBV sobre la potencia, la capacidad de salto y la fuerza en general no son del todo conocidos hoy día. La escasez de estudios bien controlados, investigando el efecto agudo de las WBV, es sorprendente teniendo en cuenta el número de actividades deportivas que se verían favorecidas<sup>23</sup>.

El objetivo de este estudio ha sido realizar una revisión sistemática de estudios que informaron de resultados relacionados con el rendimiento muscular, concretamente con las modificaciones experimentadas en la fuerza, en la potencia y en la capacidad de salto en los miembros inferiores después de la aplicación de una única sesión con WBV.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Medline (Silver Platter) Sportdiscus (EBSCO) utilizando los siguientes descriptores en el título: *whole body vibration* (357 artículos encontrados), *vibration training* (26 artículos encontrados) y *vibration exercise* (25 artículos encontrados). Para ser incluido, el estudio debía analizar los efectos agudos derivados de la aplicación de una sesión con WBV, así como aportar información relativa a las variables en las que se centra esta investigación (fuerza, potencia o capacidad de salto). Además, sólo se incluyeron artículos originales escritos en inglés y que fueran posteriores al 2000, con objeto de realizar una revisión de los artículos publicados en los últimos años. Los estudios que no utilizaron como muestra sujetos sanos también fueron excluidos de la revisión.

Un total de 8 estudios cumplieron los criterios de inclusión. Con ellos se realizó una tabla donde se resumieron los datos más importantes de cada estudio: autores, sujetos, características del estímulo vibratorio y cambios en la función neuromuscular (fuerza, potencia o salto).

## RESULTADOS

Los resultados relativos a los estudios que cumplieron los criterios de inclusión establecidos se pueden observar en la Tabla 1. Estos estudios estudiaron parámetros relacionados con la función neuromuscular, tales como el salto contramovimiento (CMJ), la potencia en

squat, la fuerza máxima concéntrica (1RM) la fuerza máxima isométrica en banco de cuádriceps (bMVC), el gradiente de aumento de la fuerza máxima isométrica (MRFR), la prueba de Abalakov (ACMVJ), la fuerza máxima isométrica en squat (sMVC), el gradiente absoluto de fuerza isométrica (RTD) y el gradiente de fuerza desarrollada en los primeros 200 ms (RTD200).

En relación a las variables en las que se centra el presente estudio, los datos son contradictorios, si bien algunos autores muestran una disminución significativa tras una exposición aguda<sup>24-26</sup> o un leve empeoramiento respecto al pre-test<sup>26,27</sup>, otros han experimentado una ligera mejora<sup>17,25,27</sup> o un incremento considerable en las variables analizadas<sup>3,21,23,26</sup>.

## DISCUSIÓN

Como consecuencia de los variados efectos de las vibraciones mecánicas sobre el cuerpo, se han encontrado diversas aplicaciones tanto en la preparación física y el entrenamiento deportivo, como en el tratamiento de diversos procesos patológicos. Así, se ha planteado la hipótesis de que una vibración con una amplitud baja y una frecuencia de estimulación alta es una forma segura y eficaz de mejorar la fuerza muscular, el equilibrio y la competencia mecánica corporal de los huesos<sup>21</sup> entre otros aspectos.

Como la hemos comentado anteriormente, los resultados encontrados al respecto son muy dispares. Así, entre los que encontraron modificaciones positivas tenemos a Bosco, *et al.*<sup>3</sup>, quienes en su estudio realizado con 14 sujetos activos, evaluaron la capacidad de salto previa a la aplicación del estímulo vibratorio y después de éste a través del salto con contramovimiento (CMJ), encontraron una mejora media de un 4% ( $p < 0,001$ ). También observaron una mejora media de 0,8 W/kg (aproximadamente un 7%) en la fuerza desarrollada por los músculos extensores de rodilla tras la aplicación de la estimulación vibratoria ( $p <$

Autores	Sujetos	Características del ejercicio	Cambios en la función neuromuscular
Bosco, <i>et al.</i> (2000)	14 hombres activos que participan en deportes de equipo 3 veces en semana (25,1 ± 4,6 años)	Pl : Nemes 302 / F : 26 Hz / A: 4mm / Ac = 5,4•g / Ps: 100° flexión de rodillas. / D-D: 60 s – 60 s. / V: 10 series / Después 5ª serie se aplicó 6 min de descanso.	↑ CMJ (p < 0,001). ↑ Potencia en extensores de rodilla (p < 0,01).
Torvien, <i>et al.</i> (2002b)	8 hombres (66 a 83 kg; 175 a 190 cm) y 8 mujeres (51 a 70 kg; 156 a 178 cm) con edades entre 24-33 años.	Pl: Galileo 2000 / F: 15, 20, 25 y 30 Hz / A= 10 mm / Ac = 6,5 – 14•g. / D: 4 x 1 min. / Ps: 6 diferentes.	↑ bMVC aumentó a los 2 min (p=0,02). ↑ CMJ a los 2 min al simulacro (p=0,019).
Torvinen, <i>et al.</i> (2002a)	8 hombres (70-86 kg y 175-187 cm.) y 8 mujeres (51-70 kg y 156-178 cm) con edades entre 18 y 35 años.	Pl: Galileo 2000 / F: 25, 30, 35 y 40 Hz / A= 2 mm / D: 4 x 1 min / Ps: 6 diferentes.	↑ bMVC y CMJ a los 2 min (no significativo). ↓ bMVC y CMJ a los 60 min (no significativo).
De Ruitter, <i>et al.</i> (2003)	12 estudiantes no entrenados (siete hombres) con 23,3 ± 4,2 años.	Pl: Galileo 2000 / F: 30 Hz / A: 8 mm / Ps: 110° flexión de rodillas / D-D: 60 s – 60 s / V: 5 series.	↓ bMVC (P < 0,05). No se afectó el MRFR
Cochrane, <i>et al.</i> (2005)	18 jugadoras de jockey de elite (21,8 ± 5,9 años)	Pl: Galileo 2000 / F: 26 Hz / A: 6 mm / D: 5 min / Ps: 6 diferentes.	↑ ACMVJ (p < 0,001).
Cormie, <i>et al.</i> (2006)	9 hombres (19 y 23 años) participantes en actividades recreativas o entrenamiento contra resistencia.	Pl: Power Plate / F: 30Hz / A: 2,5 mm / Ps: 100° de flexión / D: 30 s / 5 min calentamiento en cicloergómetro	↓ sMVC en el post-test, y mucho más tras 5, 15 y 30 min. ↑ CMJ similar en ambos grupos (no significativo)
Da Silva, <i>et al.</i> (2006)	31 sujetos activos (19,7 ± 1,9 años, 176,5 ± 5,3 cm; 71,5 ± 10,7 kg.).	Pl: Nemes / F: 20-30-40 Hz con 72 h. / A: 4 mm / D-D: 60 s – 2 min / V: 6 series.	20 Hz: ↑ SJ (p=0,033), ↑ CMJ (p=0,31), ↑ 1RM (p=0,25), ↑ Potencia (p=0,029) 30 Hz: ↑ SJ (p<0,001), ↑ CMJ (p=0,002), ↓ 1RM (p=0,85), ↑ Potencia (p<0,001) 40 Hz: ↓ SJ (p=0,025), ↓ CMJ (p=0,02), ↓ 1RM (p=0,32), ↓ Potencia (p=0,147)
Erskine, <i>et al.</i> (2007)	7 hombres sanos (22,3 ± 2,7 años, 182,9 ± 7,1 cm, 76 ± 8,8 kg).	Pl: Nemes / F: 30 Hz / A: 4 mm / Ac: 3,5•g. / D-D: 60 s – 60 s / V: 10 series	↓ bMVC (P < 0,05). No hubo diferencias en la RTD ni en RTD200

**TABLA 1.**  
Efectos agudos  
de las WBV  
sobre la fuerza, la  
potencia  
y la capacidad de  
salto

Pl = marca de la plataforma; F = frecuencia; A = amplitud; Ac = Aceleración; Ps = posición adoptada en la plataforma; D-D: relación duración del estímulo – descanso; V = volumen; D = duración; g = aceleración de la gravedad; SJ = squat jump; CMJ = salto contramovimiento; bMVC = fuerza máxima isométrica en banco de cuádriceps, MRFR = gradiente de aumento de la fuerza máxima isométrica; ACMVJ = Abalakov; sMVC = fuerza máxima isométrica en squat, RTD = gradiente absoluto de fuerza isométrica; RTD200 = gradiente de fuerza desarrollada en los primeros 200 ms.

0,01). Igualmente, Torvinen, *et al.*<sup>21</sup>, mostraron que tras una única sesión de 4 min. con WBV se obtuvo un aumento transitorio de la fuerza máxima isométrica en banco de cuádriceps (bMVC) (1,1%) en el post-test realizado 2 min. después, así como un incremento del 2,2 % en el CMJ, desapareciendo en ambos casos estos efectos en la prueba realizada 60 min. después de la estimulación. Además si comparamos estos valores con los obtenidos en el simulacro podemos observar cómo en ambos casos, para

el protocolo experimental, el incremento fue del 3,2% y del 2,5%, respectivamente. Según estos autores, las mejoras obtenidas después de la intervención indican que la adaptación neurológica que se ha producido en los músculos de las extremidades inferiores es resultado de una respuesta a las vibraciones<sup>21</sup>. Da Silva, *et al.*<sup>26</sup> analizaron el efecto de las WBV sobre el squat jump (SJ), CMJ, 1RM y la potencia generada en el ejercicio de squat, atendiendo a diversas frecuencias (20, 30 y 40 Hz), encon-

trando importantes mejoras cuando los sujetos fueron sometidos a una frecuencia de 30 Hz, así el SJ experimentó un aumento del 3,37%, el CMJ del 4,36% y la potencia del 4,37%, no modificándose la repetición máxima (1RM). Por su parte, Cochrane y Standard<sup>23</sup> encontraron mejoras mucho más pronunciadas, así, el test de de abalakov (ACMVJ) se vio aumentado significativamente en un 5,8%.

La intervención en este último estudio<sup>23</sup> se realizó sin calentamiento, mientras que en los estudios de Bosco, *et al.*<sup>3</sup>, de Torvinen, *et al.*<sup>21</sup> y Da Silva, *et al.*<sup>26</sup> sí utilizaron un calentamiento estandarizado previo al pre-test, encontrando posteriormente resultados inferiores. Según esto parte de los efectos derivados de la aplicación de estímulos vibratorios se pueden deber al calor generado. En este sentido, Cochrane y Standard<sup>23</sup> utilizaron un grupo control al que aplicaron un entrenamiento utilizando cicloergómetro frente a un grupo experimental que fue sometido a WBV. Según estos autores mientras que sentado en la bicicleta sólo se realizan contracciones concéntricas, que pueden servir de calentamiento para el músculo, la exposición a vibraciones suscita contracciones tanto concéntricas como excéntricas. Puesto que sus resultados muestran mejoras significativas al realizar el post-test del ACMVJ en el grupo experimental, se podría especular que el efecto adicional experimentado por este grupo se debió a los estímulos excéntricos que proporciona la plataforma. Así, el aumento de la fuerza observado tras la aplicación de la vibración puede ser debido a la potenciación del sistema neuromuscular al activarse los husos musculares, dando como resultado un aumento del reclutamiento espacial de motoneuronas<sup>28,29</sup>. Sin embargo, en ausencia de medidas de la función neural en la mayoría de los estudios obliga a decir que esa explicación sigue siendo especulativa, siendo necesarias nuevas investigaciones en este sentido para poder comprender mejor el efecto de las WBV<sup>23</sup>.

Por el contrario, son algunos los estudios que tras la aplicación de vibraciones encontraron un descenso de la función neuromuscular. En

este sentido, de Ruiter, *et al.*<sup>24</sup>, evaluaron la fuerza máxima isométrica en squat (sMVC), así como la fuerza isométrica esperada si un sujeto puede activar todas las fibras musculares al máximo (MFGC). Seguidamente se calculó el gradiente de aumento de la fuerza máxima isométrica (MRFR) en los extensores de la rodilla. El objetivo de estos autores era observar si este gradiente se veía incrementada (% de MFGC) en el post-test, lo cual apoyaría la teoría de las adaptaciones neurológicas derivadas de la aplicación de vibraciones, las cuales permiten a un sujeto una mayor activación voluntaria de unidades motoras. Como resultado obtuvieron una reducción del 7% en la MVC 90 s después de la aplicación de las vibraciones, no recuperándose los valores basales hasta 3 h después. Sin embargo la MRFR no se vio afectada, sin que sus valores sufriesen cambios durante las 3 h siguientes a las vibraciones. Esto podría estar relacionado con el hecho de que la vibración induce a un aumento de la temperatura corporal, que podría haber contrarrestado cualquier fatiga ocasionada por el efecto de las WBV<sup>30</sup>. En principio, la MRFR (y la sMVC) podría haberse visto afectada por cambios en la co-contracción de los músculos después de las vibraciones, siendo difícil, sin embargo, explicar como las WBV producirían las adaptaciones neuronales y una mejora del rendimiento<sup>24</sup>. El reclutamiento de las motoneuronas en respuesta a la vibración que experimenta el tendón es más bien limitada, probablemente porque la vibración también suscita un cierto nivel de inhibición presináptica de las fibras Ia, con la consiguiente disminución del reclutamiento de las motoneuronas<sup>31</sup>. Además, la vibración causa una inhibición recíproca de la musculatura antagonista, y durante ésta varios músculos de las piernas, tanto agonistas como antagonistas, están simultáneamente expuestos, lo que puede aumentar aún más los efectos inhibitorios de las vibraciones<sup>32</sup>. Por otro lado, de Ruiter, *et al.*<sup>24</sup> indican en su estudio que la señal EMG de la musculatura de la pierna sólo aumentó un 10-20% tras las vibraciones respecto a los valores máximos, por lo que la contracción adicional del músculo durante las WBV es limitada. Para estos

autores, las WBV no mejoran la activación muscular voluntaria máxima considerando las MVC y MRFR. Similares resultados obtuvieron en su estudio Erskine, *et al.*<sup>25</sup>, quienes encontraron, tras la aplicación de una sesión con WBV, que la MVC fue significativamente inferior inmediatamente después ( $229,4 \pm 53,2$  N•m.), 1 h. ( $231,6 \pm 59,9$  N•m.) y 2 h. ( $233,0 \pm 59,1$  N•m.) después de WBV en comparación con el pre-test ( $252,7 \pm 56,4$  N•m.;  $P < 0,05$ ). Sin embargo, 24 h después la MVC no fue significativamente diferente respecto a la medición inicial ( $P > 0,05$ ), lo que muestran que MVC se había recuperado al nivel basal 24 h después de la exposición a las WBV. No hubo ninguna diferencia en el gradiente absoluto de fuerza isométrica (RTD) y en el gradiente de fuerza desarrollada en los primeros 200 ms (RTD200), ya sea entre tratamientos (control y WBV) o en el tiempo ( $P > 0,05$ ).

Por otra parte, tenemos aquellos estudios que muestran ligeras mejoras o un pequeño descenso de la función neuromuscular tras la aplicación de las WBV, no siendo sus resultados estadísticamente significativos. De esta forma, entre los estudios que encontraron modificaciones transitorias no significativas tenemos a Torvinen, *et al.*<sup>18</sup>, quienes observaron a los 2 min de aplicar las vibraciones una mejora del 2,2% en el CMJ y del 1,3% en la MVC. A los 60 min se produjo un descenso en ambos parámetros por debajo del nivel del pre-test. Este estudio es idéntico al realizado por Torvinen, *et al.*<sup>21</sup>, quienes si encontraron una mejora en el salto vertical, a excepción de la amplitud de la vibración utilizada, la cual fue muy superior en el segundo caso (1mm vs. 10mm), por lo que todo parece indicar que con amplitudes pequeñas no se produzca efecto residual importante<sup>20</sup>. Por su parte, Cormie, *et al.*<sup>27</sup> muestran como hallazgo más importante de su investigación la mejora de la altura de salto, aunque no significativa, en el grupo experimental en comparación con la situación de simulacro. Sin embargo, la potencia y la sMVC no se vieron afectadas.

Por último, es reseñable la dificultad de establecer comparaciones entre los diversos estudios, ya que muestran una gran heterogeneidad respecto a la posición adoptada en la plataforma, la combinación entre los valores de frecuencia y amplitud y la falta de control en el parámetro de la aceleración. Debido a las diferencias en los protocolos utilizados en las WBV en los diferentes estudios, es difícil determinar si estas vibraciones tienen algún efecto agudo sobre el sistema neuromuscular y, concretamente sobre las distintas manifestaciones de la fuerza comentadas en este estudio.

## CONCLUSIONES

A pesar de las limitaciones reflejadas en los distintos estudios, se pueden esperar mejoras a nivel neuromuscular. En este sentido, hay que recordar que, según la teoría del “tuning”, la magnitud de la respuesta muscular está relacionada con la interacción entre la amplitud y la frecuencia de la vibración, así como las propiedades intrínsecas neuromusculares. Es posible que la combinación de estos parámetros no siempre haya sido la acertada. También hay que señalar que la mayoría de los estudios se han centrado en los extensores de rodilla y dejan a un lado a los flexores plantares, en los que se ha demostrado un aumento de la actividad electromiográfica hasta cinco veces por encima de los valores basales tras la vibración. Si bien es cierto, parece que las WBV tienen un efecto directo sobre la capacidad de salto y la potencia, no siendo tan clara la relación con la MVC y el test de 1RM. Parece pues, que los resultados después de un estímulo vibratorio dependen de los parámetros de la vibración, la duración de la exposición, los sujetos experimentales y los principios de entrenamiento aplicados. Es, por tanto, evidente que se necesitan más estudios para determinar la influencia sobre la respuesta neuromuscular aguda de las distintas variables ajustables en las WBV.

## B I B L I O G R A F Í A

1. **Cardinale M, Wakeling J.** Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005;39:585-9.
2. **Bosco C, Colli R, Introini E, Cardinale M, Tsarpela O, Madella A, Tihanyi J, Viru A.** Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol*, 1999;19:183-7.
3. **Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, Viru M, De Lorenzo A, Viru A.** Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:449-54.
4. **Cardinale M, Bosco C.** The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31(1):3-7.
5. **Delecluse C, Roelants M, Verschueren S.** Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(6):1033-41.
6. **Roelants M, Delecluse C, Goris M, et al.** Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int J Sports Med* 2004a;25:1-5.
7. **Tous J, Moras.** Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura. *Revista Digital Lecturas Educación Física y Deportes* 2004;79.
8. **Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM.** Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004b;52:901-8.
9. **Verschueren SMP, Roelants M, Delecluse C, et al.** 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.
10. **Núñez V, Gómez E, Lancho JL.** Efecto de un programa de entrenamiento con vibraciones mecánicas de cuerpo entero (WBV) en la fuerza y la potencia muscular de las extremidades superiores. *Archivos de Medicina del Deporte* 2007;121:371.
11. **Gusi S, Olivares PR, Adsuar JS, Parraca JA, Fernandes O, Tomás-Carus P.** Influencia de diferentes frecuencias de vibración corporal en el impacto mecánico y EMG. *Archivos de Medicina del Deporte* 2007;121:360.
12. **Hagbarth K, Eklund G.** Motor effects of vibratory stimuli. En: Granit R. *Muscular Afferents and Motor Control*. Proceedings of First Symposium. Estocolmo: Almqvist y Wiksell 1985.
13. **Seidel H.** Myoelectrical reactions to ultra-low frequency and low-frequency whole body vibration. *Eur J Appl Physiol*, 1988;57:558-62.
14. **Hagbarth K.** The effect of muscle vibration in normal man and in patients with motor disease. En: Desmedt J. *New Developments in Electromyography and Clinical Neurophysiology*. Basel: Karger 1973;428-43.
15. **de Gail P, Lance J, Neilson P.** Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J Neurol Neurosurg Psych* 1966;29:1-11.
16. **Eklund G.** Position sense and state of contraction; the effects of vibration. *J Neurol Neurosurg Psych* 1972;35:606-11.
17. **Martin B, Park H.** Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue. *Eur J Appl Occup Physiol* 1997;75:504-11.
18. **Torvinen S, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen S, Kannus P.** Effects of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *Int J Sports Med* 2002a;23:374-9.
19. **Cordo P, Gurfinkel VS, Bevan L, Ker GK.** Proprioceptive consequences of tendon vibration during movement. *J Neurophysiol* 1995;74:1675-88.
20. **Luo J, McNamara B, Moran K.** The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med* 2005;35(1):23-41.
21. **Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen S, Järvinen T, Järvinen M, Oja P, Vouri I.** Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Func Im* 2002b;22:145-51.
22. **Bosco C, Cardinale M, Coll O, Tihanyi R, Von Duvillard SP, Viru A.** The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol. Sport* 1998;15:157-64.
23. **Cochrane DJ, Stannard SR.** Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br. J. Sports Med* 2005;39:860-5.
24. **de Ruiter C, van der Linden R, van der Zijden M, Hollander A, de Haan A.** Short-term effects

- of whole-body vibration on maximal voluntary isometric extensor force and rate of force rise. *Eur J Appl Physiol* 2003;88:472-5.
25. **Erskine J, Smilie I, Leiper J, Ball D, Cardinale M.** Neuromuscular and hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in healthy young men. *Clin Physiol Funct Imaging* 2007;27:242-8.
26. **Da Silva ME, Núñez VM, Vaamonde D, Fernández JM, Poblador MS, García-Manso JM, Lancho JL.** Effects of different frequencies of whole body vibration on muscular performance. *Biol Sports* 2006;23(3):267-82.
27. **Cormie P, Deane RS, Triplett NT, McBride JM.** Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength and power. *J Strength Cond Res* 2006;20(2):257-61.
28. **Romaiguere P, Vedel JP, Pagni S.** Effects of tonic vibration reflex on motor unit recruitment in human wrist extensor muscles. *Brain Res* 1993;602:32-40.
29. **Komi PV.** Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech* 2000;33:1197-206.
30. **de Ruyter CJ, Jones DA, Sargeant AJ, de Haan A.** Temperatura effect on the rates of isometric force development and relaxation in the fresh and fatigued human adductor pollicis muscle. *Exp Physiol* 1999;84:1137-50.
31. **Desmedt JE, Godaux E.** Mechanism of the vibration paradox: excitatory and inhibitory effects of tendon vibration on single soleus muscle motor units in man. *J Physiol* 1978;285:197-207.
32. **Martin BJ, Roll JP, Gauthier GM.** Inhibitory effects of combined agonist and antagonist muscle vibration on H-reflex in man. *Aviat Space Environ Med* 1986;57:681-68.