

De Hoyo Lora, M.; Romero Granados, S.; Sañudo Corrales, B. y Carrasco Páez, L. (2009). Efecto de una sesión con vibraciones mecánicas sobre la capacidad de salto. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 9 (36) pp. 366-378 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista36/artefecto112.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista36/artefecto112.htm)

EFECTO DE UNA SESIÓN CON VIBRACIONES MECÁNICAS SOBRE LA CAPACIDAD DE SALTO

EFFECT OF A WHOLE BODY VIBRATION SESSION ON THE JUMP ABILITY

De Hoyo Lora, M.¹; Romero Granados, S.²; Sañudo Corrales, B.³ y Carrasco Páez, L.⁴

¹ dehoyolora@us.es

² sanrome@us.es

³ bsancor@us.es

⁴ lcarrasco@us.es

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

Código UNESCO: 2411 FISIOLÓGÍA HUMANA.

Recibido: 2 diciembre 2008

Aceptado: 15 de octubre de 2009

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El objetivo del presente estudio es conocer el efecto agudo de un protocolo de entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la capacidad de salto. **MATERIAL Y MÉTODO:** La muestra estuvo constituida por 12 sujetos participantes en actividad física recreativa. Todos fueron sometidos a tres pre-test, que se correlacionaron, y a un pos-test inmediato. Se evaluaron los saltos con contramovimiento (CMJ) y desde posición de squat (SJ). El protocolo de vibración fue de 30 Hz de frecuencia, amplitud de 4 mm, posición isométrica de 110° de flexión de rodillas y duración de 5 series de 60 s con idéntica recuperación. **RESULTADOS:** Los tests de salto SJ y CMJ experimentaron un incremento significativo en el pos-test ($p < 0,05$), concretamente para el primero el aumento respecto al pre-test fue de $+1,92 \pm 2,83$ cm (+7,09%) y, en el segundo de $+ 2,26 \pm 3,29$ cm (+6,41%). **DISCUSIÓN:** Los resultados obtenidos vienen a corroborar el efecto favorecedor de las vibraciones mecánicas sobre la eficacia muscular encontrado en estudios anteriores. Igualmente, la ausencia de un calentamiento previo a la realización de los tests puede ser la causa que explique las mayores ganancias experimentadas en nuestro trabajo en comparación con otras investigaciones que si realizaron un calentamiento

estandarizado. Es fundamental por tanto definir correctamente el protocolo y el calentamiento que se va a utilizar, ya que en función de las características de éstos los resultados podrán ser diferentes. **CONCLUSIONES:** Estas observaciones tienen una relevancia práctica para el diseño de programas de entrenamiento en deportistas, ya que tras solo una sesión con vibraciones mecánicas de cuerpo entero (Whole Body Vibration; WBV) se han obtenido mejoras importantes en la capacidad de salto.

PALABRAS CLAVE: Vibraciones mecánicas de cuerpo entero (Whole Body Vibration; WBV), Salto con Contramovimiento (CMJ), Salto desde Squat (SJ).

ABSTRACT

INTRODUCTION: The aim of this study was to determine the acute effect of one vibration training session on the jump ability. **METHODS:** 12 males participating in recreational physical activity, were involved in this study. All of them performed three pre-test and one post-test immediately after the training session. Countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ) were assessed. As a protocol it was choose a 30 Hz vibration frequency, amplitude of 4 mm and an isometric position of 110 degrees knee flexion. 5 sets of 60s each were performed. **RESULTS:** It was found a significant increase in the post-test ($p < 0,05$) in both SJ and CMJ. An increase of 7,09% in SJ ($+1,92 \pm 2,83$ cm) and 6,41% in CMJ ($+ 2,26 \pm 3,29$ cm). **DISCUSSION:** These results confirm the effectiveness of the whole body vibration on the muscular function. However, it is essential to define properly the protocol to perform due to a different position or warming up may causes the results also differ. **CONCLUSION:** These observations may have considerable practical relevance for the design of training programs for athletes due to just after one session significant improvements on jump ability were achieved.

KEYWORDS: Whole body vibration (WBV), counter movement jump (CMJ), Squat Jump (SJ)

INTRODUCCIÓN

Las vibraciones mecánicas constituyen una forma reciente de entrenamiento cada vez más utilizada con objeto de mejorar la eficacia muscular. Los primeros en utilizar este método de entrenamiento fueron los científicos rusos en la década de 1970, quienes encontraron en éstas un medio más para trabajar con sujetos bien entrenados, tales como gimnastas, luchadores, patinadores, etc. (Issurin, Liebermann y Tenenbaum, 1994; Issurin y Tenenbaum, 1999; Weber, 1997), desarrollando dispositivos específicos para transmitir ondas vibratorias desde la zona distal a la proximal de los grupos musculares, sobre todo durante la ejecución de ejercicios isométricos (Nazarov y Spivak, 1985). Posteriormente, los efectos de las vibraciones sobre el organismo han sido estudiados tras exposiciones agudas y crónicas usando diferentes protocolos y dispositivos.

Este tipo de entrenamiento parece provocar efectos similares a un programa basado en los ciclos de estiramiento – acortamiento. La aplicación de movimientos oscilatorios sinusoidales sobre los músculos o sobre los tendones provoca pequeños y rápidos cambios en la longitud de la unidad músculo-tendinosa. Estos rápidos cambios de longitud son detectados por los propioceptores, principalmente los husos neuromusculares, los cuales intentan evitar la elongación del músculo mediante una contracción muscular refleja (Nishihira et al., 2002). Esto es lo que se conoce como reflejo tónico vibratorio (TVR) (Hagbarth y Eklund, 1965; Johston, Bishop y Coffey, 1970; De Gail, Lance y Neilson, 1966; Hagbarth, 1967; Marsden, Meadows y Hodgson, 1969). Como consecuencia de la detección de las vibraciones por parte de los husos neuromusculares, se produce una mayor ratio de descarga de estas estructuras (Nishihira et al., 2002), fundamentalmente a través de las fibras aferentes tipo Ia, ello se traduce en un aumento de los potenciales motores evocados en los músculos sometidos a vibración (Siggelkow et al., 1999; Kossev et al., 2001).

Actualmente, las plataformas vibratorias son los dispositivos más utilizados para la transmisión de este tipo de estímulo, dando lugar a las conocidas vibraciones mecánicas de cuerpo entero o “whole body vibration” (WBV). Éstas vibran en sentido vertical o en torno a un eje central, provocando un efecto u otro dependiendo de la oscilación mecánica de la vibración, la cual viene determinada fundamentalmente por la frecuencia (ciclos por unidad de tiempo, medida en Hz) y la amplitud (mitad de la diferencia entre el máximo y el mínimo valor de la oscilación periódica, medida en mm), entre otros parámetros (Cordo et al, 1995; Luo et al., 2005).

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 eficiente de mejorar la fuerza muscular, el equilibrio y la competencia mecánica corporal de los huesos (Torvienen et al, 2002b) entre otros aspectos. Sin embargo, en el caso de la capacidad de salto, los datos son equívocos, ya que algunos autores muestran que no ha habido cambios (Torvinen et al, 2002a, Cochrane, Legg y Hooker, 2004) otros obtienen una disminución, (Bosco et al, 1999c; Ritweger et al., 2000, Cardinale y Lim, 2003, Da Silva et al, 2006) o un incremento (Bosco et al, 2000; Torvinen et al, 2002b; Cardinale y Lim, 2003 Cochrane y Standard, 2005; Cormie et al., 2006, Da Silva et al, 2006; Bullock et al., 2008, Ronnestad, 2009) tras una exposición aguda. Si bien es cierto, la escasez de estudios bien controlados investigando el efecto de la agudo de las WBV sobre el salto vertical es sorprendente teniendo en cuenta el número de actividades deportivas que se vería favorecido por una mejora de éste (Cochrane y Standard, 2005).

Atendiendo a todo lo expuesto, con el presente estudio pretendemos analizar el efecto de un programa de intervención con plataforma vibratoria sobre la capacidad de salto, determinando las modificaciones experimentadas

tras la exposición (efecto agudo), con objeto de que dicho método pueda ser utilizado como medio de calentamiento en aquellos deportes fundamentalmente explosivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

Para el presente estudio la muestra ha estado constituida por 12 sujetos participantes en deporte o actividad física de tipo recreativo (2-3 días de actividad física no monitorizada con una duración variable de 1-2 h/día). La edad media fue de $22,00 \pm 3,38$ años, la altura fue de $1,76 \pm 0,07$ m, la masa corporal de $76,83 \pm 18,01$ kg y el índice de masa corporal (IMC) de $24,72 \pm 2,46$ kg/m² (TABLA 1). Los criterios de exclusión fueron: presencia de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, abdominales, urinarias, neurológicas, musculoesqueléticas o crónicas, así como presencia de prótesis o toma de medicamentos que podrían afectar el sistema musculoesquelético. Todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito antes de iniciarse el estudio y el protocolo fue aprobado por el Comité Ético de la Universidad de Sevilla.

TABLA 1: DATOS DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA

VARIABLES	N	Mínimo	Máximo	Media	SD
Edad (años)	12	18,00	28,00	22,00	3,38
Peso (Kg)	12	65,20	98,20	76,83	10,01
Talla (m)	12	1,70	1,93	1,76	,07
IMC (kg/m ²)	12	20,12	28,70	24,72	2,46

Procedimiento

Todos los sujetos participantes en el estudio fueron sometidos a tres pre-test previos a la aplicación del estímulo vibratorio, los cuales se correlacionaron con objeto de obtener la fiabilidad de los mismos y evitar la influencia del aprendizaje. Como nivel de referencia se tomó el pre-test 3. Tras la aplicación de la intervención se realizó un post-test inmediato.

Durante las tres semanas previas al estudio no se permitió a los participantes ningún entrenamiento relacionado con la mejora de la fuerza explosiva y la capacidad de salto. Al mismo tiempo el consumo de alcohol o la práctica de actividad física extenuante no se permitieron durante el día antes de cada prueba.

La metodología del entrenamiento de la vibración incluye las características de la vibración y el protocolo del ejercicio (Mester et al., 2002). Así, se utilizó una frecuencia de 30 Hz y una amplitud de 4 mm, lo que supone

una aceleración constante de 14,5-g (g = aceleración de la gravedad). En lo referente a la duración del estímulo, se propuso un fraccionamiento del tiempo total de exposición con objeto de evitar la aparición de fatiga, la cual puede dar lugar a resultados no esperados. De esta forma, la duración de la vibración utilizada para el presente estudio fue de 5 series de 60 s con un descanso de igual duración entre series. Los sujetos adoptaron una posición isométrica de 110° de flexión de rodillas.

La plataforma utilizada fue la Galileo Fitness® (Novotech, Germany). En contraste con otros dispositivos existentes, con este dispositivo se aplica una vibración rotacional. Los sujetos sitúan sus pies a cada lado del centro de rotación de la plataforma de vibración. Cada vez que la pierna derecha se acelera hacia arriba (fase ascendente), la pierna izquierda se acelera hacia abajo (fase descendente), provocando continuos cambios de longitud de los husos musculares.

Se realizaron tres saltos con contramovimiento (CMJ) y otros tantos desde posición de squat (SJ) de acuerdo con el protocolo propuesto por Cronin y Malean (2000). Cada salto fue registrado con precisión de 0,1 cm. Entre salto y salto el tiempo fue de 30 s. Si la diferencia entre saltos era de más de un 5% se realizó un nuevo intento. Se anotó el mejor de los tres intentos. Para evaluar los saltos se utilizó plataforma de contacto Ergo Tester® (Globus Italia). Los tests de salto vertical fueron realizados registrándose el tiempo de vuelo (t_f). La altura alcanzada por el centro de gravedad fue calculada por medio de la fórmula (Bosco et al., 1998): $H = t_f^2 * g * 1/8$ (m) (donde, H = altura alcanzada; t_f = tiempo de vuelo; g = aceleración de la gravedad). Para la prueba de CMJ, el ángulo de rodilla fue libre y para el SJ de 90° medido con goniómetro.

Análisis estadístico

Las medidas obtenidas fueron volcadas en una base de datos y luego analizadas empleando el paquete estadístico SPSS 14.0 para Windows. Para todos los datos se computaron los siguientes estadísticos: media aritmética, desviación típica, valor mínimo y máximo. Como prueba de normalidad se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para muestras dependientes. Para correlaciones bivariadas se utilizó los coeficientes de correlación de Pearson. Para realizar un contraste de medias se empleó la prueba de la T de Student para muestras pareadas. El nivel de significación establecido fue de 0,05.

RESULTADOS

Todos los sujetos completaron el estudio sin ningún efecto secundario objetivo. Tampoco se observaron reacciones adversas subjetivas ni fatiga excesiva después los 5 minutos de vibración. La mayoría de los sujetos informó de que las WBV estimularon fundamentalmente sus extremidades inferiores.

Se correlacionaron los tres pre-test realizados, con objeto de conocer la fiabilidad de los mismos. La prueba de Pearson mostró altas correlaciones entre los saltos SJ y CMJ (TABLAS 2 y 3 / GRÁFICOS 1 y 2).

TABLA 2: CORRELACIÓN DE LOS PRE-TEST RELATIVOS AL SJ

Correlación de Pearson	HSJpre1	HSJpre2	HSJpre3
HSJpre1	1	,909(**)	,901(**)
HSJpre2	,909(**)	1	,874(**)
HSJpre3	,901(**)	,874(**)	1

HSJpre1 = SJ en el pre-test 1; HSJpre2 = SJ en pre-test 2;
HSJpre3 = SJ en pre-test 3.

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

TABLA 3: CORRELACIÓN DE LOS PRE-TEST RELATIVOS AL CMJ

Correlación de Pearson	HCMJpre1	HCMJpre2	HCMJpre3
HCMJpre1	1	,893(**)	,929(**)
HCMJpre2	,893(**)	1	,866(**)
HCMJpre3	,929(**)	,866(**)	1

HCMJpre1 = CMJ en el pre-test 1; HCMJpre2 = CMJ en pre-test 2; HCMJpre3 = CMJ en pre-test 3.

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

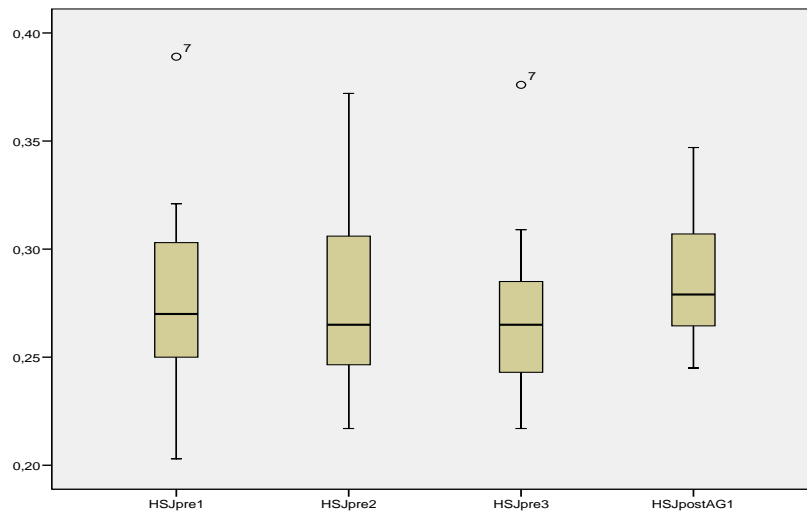
La situación experimental supuso un incremento en el post-test inmediato en todas las pruebas realizadas (TABLA 4 Y GRÁFICOS 1-3). Así, el SJ y el CMJ experimentaron un incremento estadísticamente significativo ($p < 0,05$).

TABLA 4: COMPARACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL EFECTO AGUDO CON EL PRE-TEST 3

VARIABLES		N	Media	SD	Diferencia Media	SD	Sig
Pareja 1	HSJpre3 (cm)	12	26,93	4,28	+1,92	2,83	< 0,05
	HSJpostAG1 (cm)	12	28,84	3,08			
Pareja 2	HCMJpre3 (cm)	12	35,28	5,08	+2,26	3,29	< 0,05
	HCMJpostAG1(cm)	12	37,54	5,06			

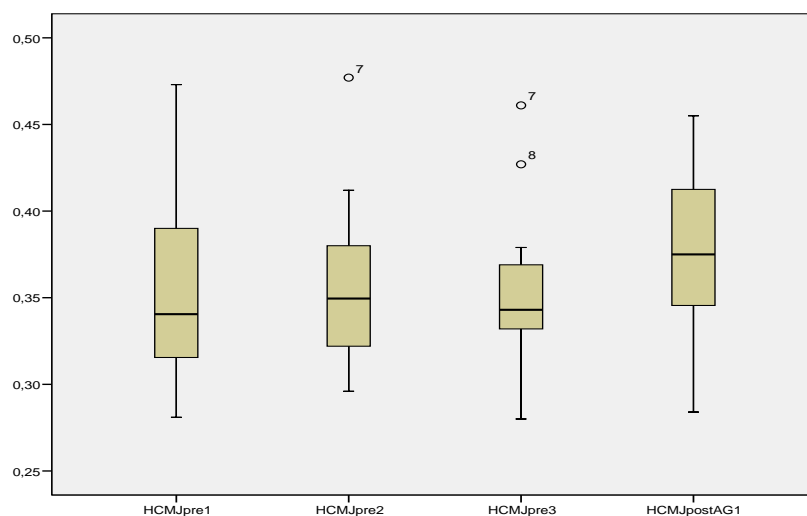
HSJpre3: Altura de salto en squat jump en el pre-test 3; HSJpostAG1: Altura de salto en squat jump en el test inmediato tras la situación experimental 2; HCMJpre3: Altura de salto con contramovimiento en el pre-test 3; HCMJpostAG1: Altura de salto con contramovimiento el test inmediato tras la situación experimental 2.

GRÁFICO 1: TEST DE SALTO SJ EN LOS PRE-TEST Y EN EL POST-TEST



HSJpre1 = Altura de salto SJ en el pre-test 1; HSJpre2 = Altura de salto SJ en el pre-test 2; HSJpre3 = Altura de salto SJ en el pre-test 3; HSJpostAG1 = Altura de salto SJ en el post-test inmediato.

GRÁFICO 2: TEST DE SALTO CMJ EN LOS PRE-TEST Y EN EL POST-TEST



HCMJpre1 = Altura de salto CMJ en el pre-test 1; HCMJpre2 = Altura de salto CMJ en el pre-test 2; HCMJpre3 = Altura de salto CMJ en el pre-test 3; HCMJpostAG1 = Altura de salto CMJ en el post-test inmediato.

DISCUSIÓN

El entrenamiento contra resistencia es la manera más popular de mejorar la fuerza muscular y la potencia (Fleck y Kraemer, 1997). Sin embargo, en los últimos tiempos las WBV se han convertido en un método igualmente eficaz en este propósito. Así, hay autores que sugieren que después de una exposición aguda se pueden obtener mejoras en el rendimiento equivalentes a las obtenidas con la utilización de otros programas de entrenamiento durante semanas (Bosco et al, 1999ab).

Con objeto de entender los efectos de las vibraciones sobre la fuerza explosiva es frecuente utilizar como medida indirecta los resultados derivados de los test de CMJ y SJ, ya que estos, a su vez, son unas pruebas utilizadas por los preparadores físicos y los entrenadores en una gran cantidad de deportes para supervisar los efectos del entrenamiento (Cochrane y Standard, 2005).

Los resultados encontrados en el presente estudio muestran un aumento significativo de la capacidad de salto tras la aplicación de las vibraciones, concretamente el incremento fue del 7,09 % para el SJ ($p < 0,05$) y del 6,41 % para el CMJ ($p < 0,05$).

En un estudio similar al nuestro, realizado por Bosco et al. (2000) con 14 sujetos activos, los autores encontraron un aumento de la altura de salto. En este estudio se utilizaron diez episodios de 1 min de WBV con intervalos de descanso de 1 min, una frecuencia de 26 Hz y una amplitud de 4 mm,

observándose un aumento de la altura del salto de aproximadamente un 3,9% ($p < 0,001$).

En un intento de conocer la frecuencia de estimulación más acertada, Da Silva et al. (2006) analizaron el efecto agudo derivado de las WBV utilizando una amplitud fija de 4 mm. y tres frecuencias variables de 20, 30 y 40 Hz. aplicadas sobre los sujetos de forma aleatoria y con una separación de 72 h. Concretamente, con la frecuencia de 30 Hz se obtuvieron los mejores resultados en las pruebas de salto (+ 3,37 % para el SJ [$p < 0,001$]; 4,36% para el CMJ [$p < 0,01$]). Por su parte, Ronnestand (2009), en un estudio de similares características, comprobó los efectos de tres frecuencias de estimulación (20, 35 y 50 Hz), sobre el SJ y el CMJ, tanto en sujetos entrenados como no entrenados. Los resultados mostraron, en el caso del SJ, un incremento ($p < 0,05$) de la potencia desarrollada para la frecuencia de 50 Hz. En el caso del CMJ, las modificaciones experimentadas no fueron significativas en ninguna de las frecuencias estudiadas.

Torvinen et al. (2002b) encontraron que tras 4 min de WBV se podría inducir un pequeño, pero significativamente mayor, aumento de la altura del salto con contra-movimiento en relación con el grupo de simulación, 2 min después de la aplicación de la vibración (2% frente a 0%; $p < 0,05$). Otros dos estudios no encontraron efecto significativo sobre la dinámica de funcionamiento del músculo después de las vibraciones (Torvinen et al., 2002a; Issurin y Tenenbaum, 1999).

El estímulo vibratorio puede provocar también un efecto de calentamiento incrementando el umbral del dolor, la circulación sanguínea y la elasticidad muscular (Issurin et al, 1994). Atendiendo a esto, las medidas de intervención tomadas en el presente estudio se realizaron sin un calentamiento, mientras que los estudios de Bosco et al. (2000), Torvinen et al. (2002ab), Da Silva et al (2006), los cuales revelaron un menor efecto ergogénico de las WBV, emplearon un ciclo de calentamiento previo al pre-test. En este sentido, Cochrane y Standard (2005) utilizaron una situación control en la que aplicaron un entrenamiento utilizando una bicicleta estática frente a una situación experimental en la que los sujetos fueron sometidos 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 (+ 8,1 ± 5,8 %; $p < 0,001$) al realizar el post test de la prueba de salto de abalakov (ACMVJ) en el grupo experimental, se podría especular que el efecto adicional experimentado por este grupo se debió a los estímulos excéntricos que la plataforma proporciona. En la misma línea Bullock et al. (2008) analizaron el efecto de un calentamiento con WBV sobre la capacidad de salto (CMJ) en atletas, mostrando los resultados un incremento de 0,02 m (7.1 ± 7.0%; $p = 0.15$). La comparación con un calentamiento tradicional supuso unas diferencias del 11,8%, aunque no llegaron a ser estadísticamente significativas.

Por otro lado, varios estudios han indicado la ausencia de efectos agudos significativos (Cochrane, Legg y Hooker, 2004; De Ruiter, 2003;

Rittweger, Beller y Felsenberg, 2000). Cochrane et al. (2004) no encontraron mejoras significativas en salto vertical, sprint, agilidad. En la misma línea, De Ruitter et al. (2003) no encontraron efecto de la vibración en la fuerza isométrica máxima de los extensores de rodilla o de la tasa de desarrollo de la fuerza. Rittweger et al. (2000) informaron de una disminución significativa en la altura 10 s después de la vibración, de aproximadamente el 9,1%. Sin embargo, hay que señalar que la vibración se aplicó hasta el agotamiento de los sujetos.

En base a lo expuesto, debemos tener cierta cautela en cuanto a la recomendación del uso de las vibraciones mecánicas como medio de calentamiento, ya que los resultados obtenidos en diferentes estudios son contradictorios.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados por el presente estudio permiten conocer aún más los efectos de las vibraciones mecánicas, así como profundizar en el conocimiento de la combinación de parámetros más adecuada.

En el presente estudio, la potenciación neurológica no se ha demostrado, ya que no se realizaron grabaciones EMG. No obstante, las mejoras significativas encontradas en las pruebas de salto SJ y CMJ sugieren que una adaptación neurológica puede haberse producido en respuesta al tratamiento con vibraciones. Si bien, tampoco debemos olvidar el posible efecto “calentamiento” del estímulo vibratorio, de forma que el incremento de la temperatura unido a la mayor activación neuromuscular, puede favorecer la respuesta muscular posterior.

Igualmente puede haber una relación ideal dosis-respuesta, siendo hoy día todavía muy difícil establecer cual es la cantidad de vibración más apropiada para mejorar el rendimiento. Las conclusiones de este estudio son específicas de la configuración de vibración utilizada, es decir, frecuencia de 30 Hz y amplitud de 4 mm, con 5 series de 60 s con igual recuperación entre series y una posición isométrica de 110° de flexión de rodillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bosco, C, Cardinale, M. y Tsarpela, O. (1999b). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexors muscles. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 79, 306-311.
2. Bosco, C, Cardinale, M., Coll, O., Tihanyi, R., Von Duvillard, S.P. y Viru, A. (1998). The influence of whole body vibration on jumping ability. *Biol. Sport*, 15, 157-164.
3. Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., et al. (1999a). New trends in training science: the use of vibrations for enhancing performance. *New Stud. Athletics*, 14, 55–62.
4. Bosco, C., Colli, O., Cardinale, M, et al. (1999c). *The effects of whole body vibration on mechanical behaviour of skeletal muscle and hormonal profile*. En: Lyritis, G.P. (Ed.). *Musculoskeletal interactions. Basic and clinical aspects*. Vol 2. Atenas: Hylonome, pp 67–76.
5. Bosco, C., Iaconvelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Donifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A. y Viru, A. (2000). Hormonal response to whole-body vibration in men. *Eur. J. App. Physiol.*, 81, 449-454.
6. Bullock, N., Martin, D.T., Ross, A., Rosemond, C.D., Jordan, M.J. y Marino, F.E. (2008) Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes. *J Strength Cond Res*, 22, 1371–1374
7. Cardinale, M. y Lim, J. (2003). The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med Sports*, 56, 287-92.
8. Cochrane, D.J. y Stannard, S.R. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. *Br. J. Sports Med*, 39, 860-865.
9. Cochrane, D.J., Legg, S.J. y Hooker, M.J. (2004). The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 828-832.
10. Cordo, P., Gurfinkel, V.S., Bevan, L. y Ker, G.K. (1995). Proprioceptive consequences of tendon vibration during movement. *J. Neurophysiol*, 74, 1675-1688.
11. Cormie, P., Russell, S., Deane, N., Triplett, T. y McBride, J.M. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 257-261.
12. Cronin, J. y McLean, A. (2000). Functional measurement of leg extension musculature: protocols, research and clinical applications. *Nz. J. Sports Med.*, 27, 40-43.
13. Da Silva, M.E., Vaamonde, D.M. y Padullés, J.M. (2006). Entrenamiento con vibraciones mecánicas y salud: efectos sobre los sistemas óseo, endocrino y cardiovascular. *Apunts Educación Física y Deportes*, 84, 48-57.
14. De Gail, P., Lance, W.P. y Neilson, P.D. (1966). Differential effects on tonic and phasic reflex mechanics produced by vibration of muscles in man. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 29, 1-11.
15. De Ruyter, C.J., Van Der Linden, R.M, Van Der Zijden, M.J., Hollander, A.P. y De Haan, D. (2003). Short-term effects of wholebody vibration on maximal

- voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 88, 472-475.
16. Fleck, S.J. y Kraemer, W.J. (1997). *Designing resistance training programmes*. Champaign (IL): Human Kinetics.
 17. Hagbarth, K.E. (1967). EMG studies of stretch reflex in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 25, 74-79.
 18. Hagbarth, K.E. y Eklund, G. (1965). *Motor effects of vibratory muscle stimuli in man*. En: Granit, R. (Eds.). *Muscular Afferent and Motor Control*. Estocolmo: Almqvist and Wiksell, 177 – 186.
 19. Issurin, V.B. y Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sport Sci*, 17, 177 – 182.
 20. Issurin, V.B., Liebermann, D.G. y Tenenbaum, G. (1994). Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J. Sports Sci.*, 12, 561-566.
 21. Johnston, R.M., Bishop, B. y Coffey, G.H. (1970). Mechanical vibration of skeletal muscles. *Physical Therapy*, 50, 499-505.
 22. Kossev, A., Siggelkow, S., Kapels, H., Dengler, R. y Rollnik, J.D. (2001). Crossed effects of muscle vibration on motor-evoked potentials. *Clin. Neurophysiol.*, 112, 453-456.
 23. Luo, J, McNamara, B y Moran, K (2005). The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med.*, 35 (1), 23 – 41.
 24. Marsden, C.E., Meadows, J.C., y Hodgson, H.J.F. (1969). Observations of the reflex response to muscle vibration in man and its voluntary control. *Brain*, 92, 829-46.ç
 25. Mester, J., Spitzenfell, P., Schwarzer, J. y Seifriz, F.J. (1999). Biological reaction to vibration-implications for sport. *J. Sci. Med. Sport.*, 2, 211-226.
 26. Mester, J., Spitzenpfel, P. y Yue, Z.Y. (2002) Vibration loads: potential for strength and power development. En: Komi PV, editor. *Strength and power in sport*. Oxford: Blackwell, pp 488-501.
 27. Nazarov V. y Spivak, G. (1985). Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method. *Theory and Practice of Physical Culture*, 12, 445–450.
 28. Nishihira, Y., Iwasaki, T., Hatta, A., Wasaka, T., Kaneda, T, Kuroiwa, K., Akiyama, S., Kida, T. y Ryol, K.S. (2002). Effect of whole body vibration stimulus and voluntary contraction on motoneuron pool. *Adv. Exerc. Sport Physiol.*, 8, 83-86.
 29. Rittweger, J., Beller, G., y Felsenberg, D. (2000). Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin. Physiol.*, 20, 134-142.
 30. Ronnestad, B. (2009). Acute effects of various whole-body vibration frequencies on lower-body power in trained and untrained subjects. *J Strength Cond Res*, 23 (4), 1309-1315.
 31. Siggelkow, S., Kossev, A., Schubert, M., Kappels, H.H., Wolf, W. y Dengler, R. (1999). Modulation of motor evoked potentials by muscle vibration: the role of vibration frequency. *Muscle Nerve*, 22, 1544-1548.
 32. Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A.H., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, M., Oja, P. y Vuori, I. (2002b). Effect of a vibration

- exposure on muscular performance and body balance. Randomised cross-over study. *Clin. Physiol. & Func. Im.*, 22, 145-152.
33. Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T.A., et al. (2002a). Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance. A Randomized Cross-over Study. *Int. J. Sports Med.*, 23, 374-379.
34. Weber, R. (1997). Muskelstimulation durch vibration. *Leistungsport*, 27(1), 53-57.