

## Artículos originales

**Efectos de un entrenamiento con vibraciones mecánicas sobre la fuerza y la potencia desarrolladas en el desplazamiento vertical de diferentes cargas. Estudio preliminar.**

***Effects of whole body vibration training on muscular power and strength developed during vertical movement of different weights. A preliminary study.***

**Autores:**  
**Esmeraldo Martínez Pardo**  
IES Cabo de la Huerta  
Playa de San Juan, Alicante

**Pedro E. Alcaraz Ramón**  
Dpto. de Actividad Física y Deporte  
Universidad Católica de Murcia

**Luís Carrasco Páez**  
Dpto. de Didáctica de la Expresión Musical,  
Plástica y Corporal  
Universidad de Sevilla

**Antonio Brunet Gómez**  
Asesoría Deportiva AB  
Alicante

**Dirección para correspondencia:**  
Esmeraldo Martínez Pardo  
C/ Tridente, 21. 8ºD.  
03540 Cabo de las Huertas, Alicante.

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la exposición a vibraciones mecánicas durante un período de 5 semanas sobre diferentes parámetros de la fuerza como son: la potencia media desarrollada ante cargas de diferente magnitud, la fuerza dinámica máxima absoluta y la fuerza dinámica relativa. Un total de 9 sujetos sanos y activos conformaron la muestra del estudio, formándose un grupo control ( $n=3$ ) y un grupo experimental ( $n=6$ ). El grupo experimental, se sometió a 2 sesiones semanales de estimulación sobre una plataforma vibratoria que inducía oscilaciones verticales (de diferente frecuencia y amplitud). Antes del periodo de estimulación vibratoria, así como después del mismo, se valoraron diferentes parámetros de la fuerza. Los resultados obtenidos muestran un efecto positivo del estímulo vibratorio sobre la fuerza dinámica máxima (tanto absoluta como relativa al peso corporal), y la potencia media desarrollada con la carga correspondiente al 100% de 1RM. Se puede concluir, por tanto, que un programa de entrenamiento de estimulación sobre plataforma vibratoria combinando diferentes frecuencias con bajas amplitudes en su oscilación, genera un efecto positivo en la fuerza dinámica máxima y en la potencia media con cargas máximas.

**Palabras clave:** entrenamiento, plataforma vibratoria, fuerza, potencia.

### ABSTRACT

*The aim of this study was to determine the effect of five weeks - mechanical vibration training on muscular strength parameters such as mean power from different weight loads and maximal dynamic strength using both absolute and relative measurements. Nine active and healthy males who were distributed in control and experimental groups ( $n=3$  and  $n=6$ , respectively), took part in this investigation. Experimental group had a five weeks mechanical stimulation on vibration platform (two sessions per week) with certain values of amplitude and frequency. Both before and after stimulation period muscular strength parameters were evaluated. The results show a positive effect of vibratory stimulus on maximal dynamic strength (both absolute and relative) and on mean muscular power developed with a weight equal to 100% 1RM. It can be concluded that a whole body vibration training combining a specific frequencies with low amplitudes generates a positive effect on maximal dynamic strength and on mean power during the lift of maximal weight loads.*

**Key words:** training, vibratory platform, muscular strength, muscular power.

## INTRODUCCIÓN

La realización de ejercicios bajo la acción de estimulaciones vibratorias son un nuevo método de entrenamiento neuromuscular que se aplica tanto en atletas como en terapias para prevenir la osteoporosis (1, 2). Los impactos mecánicos a los que se somete al sistema esquelético, los cambios de presión a nivel de los vasos sanguíneos que irrigan el propio hueso y las fuerzas axiales que, sobre el hueso, ejerce la musculatura cuando ésta se activa, parecen ser factores clave en los procesos de adaptación ósea (3). En este sentido, recientes estudios han sugerido que, estímulos mecánicos (vibraciones) de alta frecuencia y baja magnitud pueden ejercer un efecto positivo sobre la morfología ósea, beneficiando su cantidad y calidad (4, 5). Esto se observó en un ensayo aleatorio de un año de duración, donde participaron 70 mujeres postmenopáusicas, demostrando que períodos cortos de vibración (inferiores a 20 min) con bajos niveles de frecuencia y amplitud, pueden inhibir la pérdida ósea en la columna y en el fémur, incrementándose significativamente en aquellos sujetos con inferior índice de masa corporal (6). De igual forma, el gran interés por realizar investigaciones que prevengan las fracturas a causa de la osteoporosis, lo encontramos en el ámbito deportivo a través de la mejora muscular a partir de estímulos vibratorios (7, 8). Ya desde hace algún tiempo, se viene observando que las vibraciones que inciden en músculos y tendones provocan una mejora en sus funciones (9). Éstas, pueden aplicarse de forma directa sobre la musculatura implicada, o indirectamente sobre el músculo que se pretende entrenar, produciendo, en ambos casos, una estimulación muscular (10). Dichos efectos, vendrán determinados por la oscilación mecánica de la vibración, que queda definida por la frecuencia (ciclos por unidad de tiempo, medida en 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, expresada en múltiplos de la fuerza g o fuerza gravitatoria:  $9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) y la duración de la exposición a la misma (10). La combinación de estas variables en su aplicación sobre la musculatura ha provocado diferentes efectos. Así, se ha observado que, tras un período de 6 meses entrenando con vibraciones sinusoidales (35-40 Hz, 2.28 - 5.09 g), un grupo de mujeres mejoró significativamente la fuerza muscular isométrica y dinámica (2). Así mismo, tras 12 semanas, al comparar el entrenamiento desarrollado por tres grupos; uno de ellos que utilizaba resistencias, otro que se entrenaba con plataforma vibratoria (35 Hz a 40 Hz) y, por último, un grupo control, se pudo observar un aumento significativo de la fuerza desarrollada en el salto con contramovimiento (CMJ) en el grupo que entrenó con vibración (11). Resultados parecidos encontramos en otro estudio, donde se muestra un aumento significativo (8.5%) en la altura del salto en adultos sanos tras cuatro meses expuestos a estimulaciones mecánicas. Este aumento, que apareció a los dos meses de entrenamiento, no se vio reflejado al final de los cuatro meses de intervención, ya que la altura del salto

se mostró sensiblemente afectada (12). Los efectos positivos se repiten, aún cuando el estudio viene a realizarse en un período de 10 días, en los que un grupo de sujetos sometido a vibraciones de 26 Hz (amplitud: 10 mm; aceleración: 5.4 g), consiguió una mejora significativa ( $p < 0.05$ ) en la altura alcanzada al efectuar el CMJ y en la fuerza máxima mecánica en una serie de saltos continuos (CJ) durante 5 s ( $p < 0.01$ ) (13). En este sentido, algunos autores han llegado a establecer equivalencias entre el entrenamiento de vibración y el entrenamiento con sobrecargas. De esta forma, se ha postulado que un entrenamiento de vibración de 100 min., viene a ser sinónimo de realizar 200 drop jumps (DJ) con un altura de caída de 60 cm, dos veces por semana durante 12 meses (13).

Si bien el entrenamiento a medio y largo plazo parece tener efectos positivos sobre las ganancias de fuerza y potencia muscular, se ha comprobado también que estos efectos aparecen justo después de una única sesión de 5 series que, aplicadas a baja frecuencia (20 Hz), muestran un aumento significativo en la flexibilidad del tendón de la corva (+13.5%) y en el SJ (+3.9%) (7). Incluso, ante valoraciones de los miembros superiores, como fue el caso de 12 boxeadores que sometieron uno de sus brazos a vibraciones mecánicas (frecuencia: 30 Hz; amplitud: 6 mm; aceleración:  $34 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), a lo largo de cinco series de 60 s, apareció una mejora estadísticamente significativa ( $p < 0.001$ ) en la fuerza mecánica de dicho brazo, no mostrando cambios en la fuerza medida en el brazo que sirvió de control (14). Resultados parecidos vuelven a aparecer al medir la fuerza explosiva en un curl de bíceps realizado en posición de sentado, tras administrarse una vibración de 44 Hz y una aceleración de  $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  transmitido a través del cable de unas agarraderas, atribuyéndose a la estimulación vibratoria un aumento de la fuerza explosiva de 30.1 y 29.8 W (10.4% y 10.2%, respectivamente) para la potencia máxima y potencia media, respectivamente, en un grupo de élite, y de 20.0 y 25.9 W (7.9% y 10.7%, respectivamente) en un grupo amateur (15).

De esta forma, diferentes estudios que valoran la influencia de las vibraciones, exponen resultados óptimos tanto en las ganancias de masa ósea como una mejora en la potencia máxima y en la potencia media de los miembros superiores; incrementando, por otro lado, la altura de vuelo en el squat jump (SJ), DJ y CMJ en lo que respecta a sus efectos agudos sobre los miembros inferiores. Sin embargo, existen datos contradictorios, ya que, en el estudio de Cardinale y Lim (2003) (7), y tras someter a los sujetos participantes a cinco series de 60 s de duración con una frecuencia de 40 Hz, se observó una disminución del 4% en la altura del SJ efectuado tras el estímulo vibratorio. Así mismo, la aplicación de vibraciones (frecuencia de  $50.42 \pm 1.16 \text{ Hz}$ , amplitud de  $13.24 \pm 0.18 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  y una desplazamiento de 5.0 mm) durante contracciones del miembro inferior dominante, no contribuyen a una activación muscular, o a una mejora en la producción de fuerza en contracciones isométricas máximas (16), algo que se

repite en el estudio de Cochrane et al. (2004) (17), donde el entrenamiento a corto plazo con vibraciones corporales no produjo una mejora del rendimiento en atletas aficionados.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y ante la necesidad de definir un estímulo vibratorio capaz de optimizar diferentes acciones musculares, este estudio tiene como principal objetivo determinar los efectos que, a nivel muscular, ejerce un programa de entrenamiento vibratorio de dos sesiones semanales a lo largo de 5 semanas en un grupo de sujetos sanos.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Aproximación al problema

Con el fin de alcanzar el objetivo planteado, se programó un entrenamiento bajo estimulación vibratoria de 5 semanas de duración cuyas características quedan detalladas en la Tabla 1. De esta manera, y aún tratándose de un estudio preliminar, se optó por un diseño de tipo quasi-experimental y longitudinal, con una evaluación de tipo pre y post-test.

**Tabla 1.**

Programa de 5 semanas de entrenamiento con vibraciones mecánicas.  
Programa de entrenamiento.

Semana	Series	Duración (s)	Frecuencia (Hz)	Amplitud (mm)	Fuerza de la gravedad ( $m \cdot s^{-2}$ )	Tiempo de recuperación (s)	
1ª	Martes	4	30	30	2	7,2	60
1ª	Jueves	4	30	30	2	7,2	60
2ª	Martes	4	45	35	2	9,8	60
2ª	Jueves	4	45	35	2	9,8	60
3ª	Martes	4	60	35	2	9,8	60
3ª	Jueves	4	60	35	2	9,8	60
4ª	Martes	5	60	35	2	9,8	60
4ª	Jueves	5	60	35	2	9,8	60
5ª	Martes	5	60	40	2	25,6	60
5ª	Jueves	5	60	40	2	25,6	60
Valoraciones post-entrenamiento.							

En el entrenamiento diseñado, la combinación de frecuencia, amplitud y la aceleración derivada, se escogió en base a estudios previos (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14) en los que se ha demostrado que estimulaciones de este tipo consiguen un efecto positivo sobre las ganancias de fuerza. Sin embargo, estas ganancias de fuerza no han sido valoradas de la misma manera en todos los estudios realizados (7, 12, 16, 17), siendo necesario, además, definir los efectos sobre parámetros como son: la potencia media desarrollada ante cargas de diferente magnitud, la fuerza dinámica máxima absoluta y la fuerza dinámica relativa. Para ello, se utilizó el transductor lineal de movimiento Real Power® (Globus, Italia), que permite obtener este tipo de variables en el desplazamiento vertical de diferentes cargas.

### Muestra

En este estudio participaron, de forma voluntaria 9 sujetos sanos (todos ellos varones) que realizaban actividad física con regularidad. La muestra quedó dividida en dos grupos: el grupo control, constituido por 3 sujetos (edad:  $28.67 \pm 3.05$  años; peso:  $83.36 \pm 9.83$  kg; altura:  $177.66 \pm 2.88$  cm; Índice de Masa Corporal (IMC):  $26.43 \pm 3.41$   $kg \cdot m^{-2}$ ; porcentaje de grasa corporal de  $15.80 \pm 7.00$ ) que no realizaron ningún entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza en los miembros inferiores, y un grupo experimental compuesto por 6 sujetos (edad:  $27.33 \pm 2.25$  años; peso:  $81.37 \pm 8.82$  kg; altura:  $180.64 \pm 8.51$  cm; Índice de Masa Corporal (IMC):  $24.93 \pm 2.12$   $kg \cdot m^{-2}$ ; porcentaje de grasa corporal de  $17.84 \pm 5.72$ ) que, realizaron dos entrenamientos semanales sobre plataforma vibratoria, sin llevar a cabo ningún otro tipo de entrenamiento con resistencias en los miembros inferiores. Todos los sujetos fueron informados previamente de las características del estudio, ante lo que mostraron su consentimiento.

### Procedimiento

Tanto al inicio (pre-test) como al final del período de entrenamiento (post-test), se registraron medidas del peso, estatura, IMC y porcentaje de masa grasa con el fin de detectar posibles cambios en la composición corporal que pudieran afectar sensiblemente a los resultados obtenidos. Antes de llevar a cabo el experimento, los sujetos se familiarizaron tanto con el protocolo de valoración (Real Power Test) como con el trabajo que se debía realizar sobre la plataforma vibratoria.

La valoración de la fuerza dinámica de los miembros inferiores se realizó por medio del transductor lineal de movimiento, que consta de un encóder lineal, rotatorio, que funciona con un sistema de dinamo, un registro mínimo de posición de 1 mm y un cable cuyo extremo se asegura en un sitio específico de la barra de modo que no moleste la ejecución del ejercicio. El funcionamiento permite que cuando el sujeto realice el ejercicio, el cable se desplace en forma vertical, según la dirección del movimiento, detectando e informando la posición de la barra cada 2 ms (500 Hz) a un interface conectado a un ordenador portátil. Mediante el software Real Power Blue versión 232, se calculó de forma indirecta, en el ejercicio de  $\frac{1}{2}$  sentadilla, y en cada caso, los siguientes parámetros: tiempo de ejecución, velocidad media, velocidad pico, potencia media, fuerza media, pico de fuerza y tiempo hasta alcanzar el pico de fuerza. Todos estos parámetros fueron registrados al desplazar cargas correspondientes al 30, 50, 70, 85 y 100% del peso máximo (1 RM), determinado de manera indirecta según los cálculos propuestos por Brzycki (18).

Para llevar a cabo estos objetivos, los sujetos, se expusieron a un entrenamiento mediante vibraciones sinusoidales utilizando una plataforma vibratoria (Power Plate, The Netherlands). La posición que se adoptó sobre ésta, situaba

los pies sobre unas zonas marcadas 19 centímetros a cada lado del punto central de su base, quedando flexionadas las piernas hasta 110°, manteniendo, a su vez, una flexión de cadera y una ligera inclinación del tronco hacia delante, quedando sujeto por las manos al soporte vertical de la plataforma. En esta posición, los sujetos se sometieron a las series correspondientes a cada una de las semanas que integraban el programa de entrenamiento. En la Tabla 1 quedan detalladas las variables: duración (s), amplitud (mm), tiempo de recuperación, frecuencia (Hz) empleada y aceleración máxima teórica ( $m \cdot s^{-2}$ ) propuestas en dicho programa.

#### Análisis estadístico

Todos los datos se expresan como media  $\pm$  desviación estándar (SD). Se utilizaron análisis de la varianza (ANOVA de un factor y de medidas repetidas) para el contraste de las variables consideradas, teniendo en cuenta el grupo (experimental y control) y también de cara a establecer la comparativa entre las pruebas realizadas antes y después de la intervención vibratoria. En cualquier caso, el intervalo de confianza se situó en un 95%.

## RESULTADOS

### Fuerza Máxima Dinámica

La tabla 2 muestra los resultados de la fuerza máxima dinámica en ½ sentadilla en valores absolutos (N) y en valores relativos al peso corporal ( $N \cdot kg^{-1}$ ). Aunque no se registraron cambios significativos en la composición corporal de los sujetos participantes en el estudio, se optó por expresar los datos de forma absoluta y relativa para así analizarlos de una forma más específica. De esta manera, la fuerza máxima dinámica absoluta en el pre-test es ligeramente mayor en el grupo control,  $1560.67 \pm 114.94$  N, que en el grupo experimental,  $1412.67 \pm 215.88$  N. Sin embargo, estas diferencias no son significativas. Cuando se observan los datos de la fuerza máxima dinámica relativa, las diferencias se reducen entre el grupo control,  $19.04 \pm 3.26$  ( $N \cdot kg^{-1}$ ), y el grupo experimental,  $17.61 \pm 3.44$  ( $N \cdot kg^{-1}$ ).

Se producen mejoras estadísticamente significativas en la fuerza máxima dinámica tanto absoluta ( $1737.54 \pm 130.85$  N), como relativa al peso corporal ( $21.49 \pm 1.99$   $N \cdot kg^{-1}$ ), entre la situación pre-test y post-test del grupo experimental ( $p < 0.05$ ). En el grupo control, no se produjeron aumentos significativos en estas variables ( $2098.51 \pm 593.12$  N;  $24.96 \pm 7.53$   $N \cdot kg^{-1}$ ).

Tabla 2

Media y desviación estándar de la fuerza máxima y la potencia media desarrollada con distintas cargas en ½ sentadilla Pre-Test y Post-Test, grupo control ( $n = 3$ ) y grupo experimental ( $n = 6$ ).

	Grupo Control (n = 3)		Grupo Experimental (n = 6)	
	Pre-Test (media $\pm$ SD)	Post-Test (media $\pm$ SD)	Pre-Test (media $\pm$ SD)	Post-Test (media $\pm$ SD)
Potencia Media Barra (W)	189.33 $\pm$ (14.01)	191.67 $\pm$ (13.05)	182.40 $\pm$ (33.51)	202.60 $\pm$ (29.78)
Potencia Media 30% 1RM (W)	489.00 $\pm$ (42.79)	465.33 $\pm$ (31.97)	476.60 $\pm$ (75.21)	470.60 $\pm$ (82.15)
Potencia Media 50% 1RM (W)	640.00 $\pm$ (84.50)	673.33 $\pm$ (69.94)	613.17 $\pm$ (79.22)	617.50 $\pm$ (89.95)
Potencia Media 70% 1RM (W)	653.67 $\pm$ (79.65)	749.33 $\pm$ (45.63)	602.50 $\pm$ (98.49)	670.67 $\pm$ (48.57)
Potencia Media 85% 1RM (W)	644.00 $\pm$ (107.37)	753.67 $\pm$ (49.72)	615.83 $\pm$ (69.49)	730.80 $\pm$ (103.01)
Potencia Media 100% 1RM (W)	440.00 $\pm$ (31.43)	584.67 $\pm$ (26.08)*	357.00 $\pm$ (85.21)	567.33 $\pm$ (84.54)*
Fuerza Máxima 1RM (N)	1560.67 $\pm$ (114.94)	2098.51 $\pm$ (593.12)	1412.67 $\pm$ (215.88)	1737.54 $\pm$ (130.85)*
Fuerza Máxima Relativa ( $N \cdot kg^{-1}$ )	19.04 $\pm$ (3.26)	24.96 $\pm$ (7.53)	17.61 $\pm$ (3.44)	21.49 $\pm$ (1.99)*

### Potencia Media

La potencia media con barra (15 kg) mejoró en el grupo que utilizó el entrenamiento vibratorio en un 11.1 %, mientras que en el grupo control tan sólo mejoró un 1.2%. Sin embargo, estas diferencias no son significativas. Por el contrario, la potencia media con el 30% de 1RM disminuyó ligeramente en el post-test tanto en el grupo control como en el experimental (4.8 y 1.2%, respectivamente).

Para la potencia media producida con el 50 % de 1RM, existen aumentos no significativos en el grupo control (5.2 %). En el grupo experimental, los aumentos fueron mínimos (0.7 %).

Las diferencias existentes entre el grupo control y el grupo experimental en la potencia media producida con el 70 % de 1RM fueron estadísticamente significativas. Los aumentos observados en este parámetro entre las situaciones pre- y post-test fueron ligeramente superiores en el grupo control (14.6 % frente a 11.3 % en el grupo experimental), no alcanzando, en ninguno de los dos casos, la significación estadística.

No existieron aumentos significativos entre la situación pre y post-test en la potencia media al 85 % de 1RM, en ninguno de los grupos. En el grupo control se produjeron aumentos en la producción de potencia entorno al 17 %, de forma similar, los aumentos en el grupo control estuvieron alrededor del 18.6 %.

Existieron aumentos estadísticamente significativos en la producción de potencia con el 100% de 1RM, tanto en el grupo control como en el grupo experimental. En el grupo experimental se produjeron aumentos del 58.9 %. Aumentos que duplicaron los valores obtenidos en el grupo control (32.8 %), siendo estos también significativos.

## DISCUSIÓN

Con este estudio de carácter longitudinal queda patente que cinco semanas de entrenamiento mediante estimulación vibratoria en personas adultas sanas, induce a una

mejora significativa en la fuerza dinámica máxima (tanto absoluta como relativa al peso corporal), y en la potencia media al 100% del 1RM, siendo el incremento de 58.9%. A su vez, se producen mejoras en la potencia media con barra (carga de 15 kg) y al 85% del 1RM en un 11.1 % y un 17 % respectivamente para el grupo experimental.

Teniendo en cuenta la frecuencia, amplitud y duración del estímulo utilizadas en este estudio (Tabla 1), los resultados encontrados coinciden con los hallados en un estudio anterior (11), donde, tras comparar el entrenamiento de 12 semanas entre tres grupos; uno, placebo-control, otro, de entrenamiento con resistencia y un tercero, que se entrenaba con plataforma vibratoria (Power Plate), se produjo un aumento en fuerza valorada en el grupo de entrenamiento con vibración. Estos resultados difieren, a su vez, de los hallados por otros investigadores (4), quienes observaron que tras 11 semanas de entrenamiento estándar con vibraciones (30 Hz, 8 mm), no produjeron mejoras funcionales en la fuerza muscular de los extensores de rodilla en sujetos sanos. Sin embargo, otros estudios concluyen que, tras la aplicación de vibraciones (44 Hz, 3 mm) durante 3 semanas (3 series por semana), que aparecen ganancias en la fuerza isotónica máxima (49.8%) y en la flexibilidad (19).

Este efecto puede deberse a que la amplitud del reflejo-H (H-reflex) aumenta temporalmente después del estímulo vibratorio cuando se aplica con grandes frecuencias sobre el tríceps sural. Parece ser que el movimiento vibratorio provoca una hiperactivación del reflejo miotático, y con ello, un aumento de las contracciones reflejas, y también voluntarias, por la mayor implicación de algunas áreas motoras cerebrales que comporta una mayor estimulación de las motoneuronas gamma eferentes (20). De esta forma, la vibración aplicada al músculo o al tendón, provoca un aumento significativo de los potenciales motores evocados, un razonamiento compartido por otros autores, quienes sugieren que la vibración afecta a la modulación de la excitabilidad de la corteza motora, pudiendo incidir a su vez, sobre los impulsos voluntarios (21).

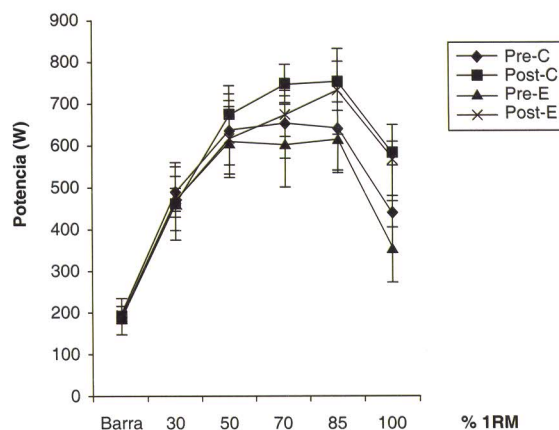


Figura 1. Curvas de potencia en 1/2 sentadilla con grupo control (C) y grupo experimental (E) en Pre-Test (Pre) y Post-Test (Post).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. *Clin Physiol* 2000; 20(2):134 - 142.
2. Verschueren SMP, Roelants M, Delecluse CH, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effects 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 Min Res* 2004; 19:352 - 359.
3. Martínez E, Carrasco L, Alacid F. Efectos de los impactos mecánicos implicados en la práctica de diferentes deportes sobre las características óseas en deportistas. *Selección* 2005; 14(3):162 - 169.
4. Rubin C, Xu G, Judex S. The anabolic activity of bone tissue, suppressed by disuse, is normalized by brief exposure to extremely low-magnitude mechanical stimuli. *Faseb J* 2001; 2225 - 2229.
5. Rubin C, Sommerfeldt DW, Judex S, Qin Y. Inhibition of osteopenia by low magnitude, high-frequency mechanical stimuli. *Drug Discov Today* 2001; 6(16):848 - 858.
6. 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 Min Res* 2004; 19(3): 343-351.
7. Cardinale M, Lim J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med. Sport* 2003; 56:287 - 292.
8. Torvinen S, Kannus P, Siëvanen H, Järvinen TAH, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Func Im* 2002; 22:145 -152.
9. Torvinen S. Effect of whole body vibration on muscular performance, balance, and bone. University of Tampere. *Acta Universitatis Tamperensis*; 2003.
10. Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med* 2005; 35(1):23 - 41.
11. Delecluse CH, Roelants M, Verschueren S. Strength Increased after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(6):1033 - 1041.
12. Torvinen S, Kannus P, Siëvanen H, Järvinen TAH, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(9):1523 - 1528.
13. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, Colli R, Tihanyi J, Von Dullivard SP, et al. The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol Sport* 1998; 15(3):157 - 164.
14. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol* 1999; 79:306 - 311.
15. Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci* 1994; 12:561 - 566.
16. Humphries B, Warman G, Purton J, Doyle TLA, Dugan E. The influence of vibration on muscle activation and rate of force development during maximal isometric contractions. *J Sports Sci Med* 2004; 3:16 - 22.
17. 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(4):828 - 832.
18. Brzycki M. Strength training testing: predicting in 1RM from reps -to- fatigue. *JOHPERD* 1993; 64: 88-90.
19. 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 - 182.
20. Nishihira Y, Iwasaki T, Hatta A, Wasaka T, Kaneda T, Kuroiwa K, et al. Effect of whole body vibration stimulus and voluntary contraction on motoneuron pool. *Adv Exerc Sports Physiol* 2002; 8(4):83 - 86.
21. Tous J, Mora G. Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura”, *Lecturas: EF y Deportes*. [serial online] 2004 Dec. [citado 25 Agosto 2005]; 79: [22 pantallas]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd79/vibrac.htm>