

**ESPACIO RESERVADO PARA SU PATROCINIO PERMANENTE DE
ESTE ARTÍCULO**

PERMANENT SPACE FOR YOUR SPONSORSHIP

Información / Information: rsanzdelara@hotmail.com

[Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte](#)- vol. 11 -número 43 - septiembre 2011 - ISSN: 1577-0354

Fort Vanmeerhaeghe, A.; Guerra Balic, M.; Romero Rodríguez, D.; Sitjà Rabert, M.; Bagur Calafat, C.; Girabent Farrés, M. y Lloret Riera, M. (2011). Efectos del entrenamiento vibratorio en personas físicamente activas: revisión sistemática. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 11 (43) pp. 619-649. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista43/artefectos223.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista43/artefectos223.htm)

REVISIÓN

EFFECTS OF VIBRATION TRAINING ON PHYSICALLY ACTIVE POPULATION: SYSTEMATIC REVIEW

EFFECTS OF VIBRATION TRAINING ON PHYSICALLY ACTIVE POPULATION: SYSTEMATIC REVIEW

Fort Vanmeerhaeghe, A.¹; Sitjà Rabert, M.²; Romero Rodríguez, D.³; Guerra Balic, M.⁴; Bagur Calafat, C.⁵; Girabent Farrés, M.⁶ y Lloret Riera, M.⁷

¹Dra. en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Diplomada en Fisioterapia. Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. EUSES. Universitat de Girona. España. azaharafort@gmail.com.

²Licenciada en Psicología. Diplomada en Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Salud Blanquerna, Universitat Ramon Llull. Barcelona. España. MerceSR@blanquerna.url.edu

³Dr. en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Diplomado en Fisioterapia. Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. EUSES. Universitat de Girona. España. daniirphysco@yahoo.com

⁴Dra. en Medicina. Facultat de Psicologia, Ciències de l'Educació i del Deporte Blanquerna. Universidad Ramon Llull. Barcelona. España. MiriamElisaGB@blanquerna.url.edu.

⁵Dra. en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Diplomada en Fisioterapia. Universidad Internacional de Cataluña. Barcelona. España. cbagur@csc.uic.es

⁶Licenciada en Matemáticas. Universidad Internacional de Cataluña. Barcelona. España. girabent@csc.uic.es

⁷Doctor en Medicina. Licenciado en Educación Física. Instituto Nacional de Educación Física. Barcelona. España.mlloret@gencat.net

Código UNESCO: 2411.06. Fisiología del ejercicio.

Clasificación del Consejo de Europa: 6. Fisiología del ejercicio.

Recibido 11 de diciembre de 2009

Aceptado 8 de septiembre de 2010

AGRADECIMIENTOS O FINANCIACIÓN: Este trabajo ha recibido la ayuda de la *Secretaria General de l'Esport i del Departament d'Innovació, Universitats i Empresa* de la Generalitat de Catalunya.

RESUMEN

El objetivo principal de esta revisión sistemática es determinar la evidencia actual sobre los efectos del EV, producidos a largo plazo, sobre el rendimiento físico en población físicamente activa.

La estrategia de búsqueda se realizó en las bases de datos PUBMED y Sport Discus el 7 de enero de 2008. Sólo se incluyeron ensayos clínicos controlados. Los artículos incluidos en el estudio se repartieron entre cuatro revisores, de tal forma que cada artículo fue revisado por dos de ellos. Se evaluó la calidad metodológica siguiendo las bases del manual Cochrane 2008. Los resultados son diversos debido a la heterogeneidad utilizada en relación a las valoraciones e intervenciones desarrolladas. Sólo se pudo metaanalizar la capacidad física de la fuerza explosiva por falta de estudios y diferentes valoraciones. Los estudios incluidos muestran una tendencia a la mejora de la fuerza explosiva mediante el entrenamiento vibratorio, pese a haber obtenido una evidencia de pobre calidad.

PALABRAS CLAVE: vibración, entrenamiento, ejercicio, revisión sistemática.

ABSTRACT

The objective of this systematic review is to study the long-term effects of vibration training on physical performance in physically active people. Search strategy was carried out in the databases PUBMED and Sport Discus on January 7th, 2008, and from the available date of 1966. Of the total number of references found, only those corresponding to controlled clinical trials studying were selected. The articles included in the study were distributed among four reviewers, in such a way that every article was reviewed by two of them, who collected data independently. Methodological quality was assessed following the Cochrane Handbook (2008) guidelines. Given the significant clinical heterogeneity among studies, meta-analysis was only applied to results of explosive strength. There is a tendency in the improvement of explosive strength, despite the evidence of poor quality.

KEY WORDS: vibration, exercise, training, systematic review.

INTRODUCCIÓN

Recientemente se está proponiendo en la literatura científica el entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas (EV) como una nueva intervención de ejercicio para la mejora del rendimiento físico, la rehabilitación y la salud general. Sin embargo, ya hace tiempo que la carga vibratoria está presente en actividades de nuestra vida diaria como son la conducción de un tractor, camión o bicicleta de montaña.

La vibración ha sido muy estudiada por sus efectos peligrosos sobre las personas, examinando las diferentes amplitudes, frecuencias y duraciones aplicadas. Este tipo de estímulo puede afectar a diferentes parámetros fisiológicos, y sus efectos pueden ser transitorios o permanentes dependiendo de las características de la vibración (1;2). Cuando ésta es transmitida a través de la mano (maquinaria, herramientas o útiles vibrátiles) ha sido asociada a desórdenes vasculares (síndrome del dedo blanco), neurológicos (síndrome del túnel carpiano) y musculoesqueléticos (enfermedad de Kienbock's), conocidos como "síndrome de la vibración mano-brazo". Estos problemas están controlados por la normativa ISO 2631 (The International Standards Organisation), donde se regulan unos límites de vibración que podrían ser perjudiciales para las personas. Por otra parte, las vibraciones de cuerpo completo (normativa ISO 5349) se han asociado principalmente a desórdenes de la columna vertebral. Los estudios más recientes sugieren que el trabajo a bajas amplitudes, frecuencias moderadas y períodos de exposición cortos son un estímulo mecánico seguro y eficaz para provocar efectos positivos sobre las estructuras musculoesqueléticas (3-8).

En el ámbito deportivo las vibraciones han sido aplicadas principalmente encima de plataformas vibratorias (vibraciones de cuerpo completo, VCC) consiguiendo un efecto global en el cuerpo (9-12), aunque también se han aplicado de forma más localizada mediante cables vibratorios (13;14), o bien una barra vibratoria diseñada para la estimulación de los músculos de la extremidad superior (15). Destacar también que existen varios dispositivos en el mercado para el entrenamiento mediante VCC, en algunos de ellos predomina un componente más lateral, o también llamado rotacional (9;16), y en otros un componente más vertical (17;18).

Los principales efectos atribuidos a la vibración se relacionan con la contracción muscular no voluntaria producida por el estímulo vibratorio, asociada al reflejo tónico vibratorio (RTV) (19). El EV podría conseguir efectos similares al entrenamiento con ciclos de estiramiento acortamiento y parece tener aspectos ventajosos sobre otras técnicas de entrenamiento (20). Además, la combinación de este método con el entrenamiento clásico de fuerza puede provocar los mismos efectos en los tejidos sin la necesidad de aplicar cargas importantes en las articulaciones, efecto especialmente importante para la salud del deportista. Los estudios realizados hasta el momento atribuyen al entrenamiento con vibraciones mecánicas efectos positivos sobre el rendimiento físico y sobre diferentes parámetros fisiológicos. Entre estos destacan la mejora de la fuerza (21-24), capacidad de salto vertical (25-27), flexibilidad (14;28;29), densidad ósea (30;31), equilibrio (21;32-34), flujo sanguíneo (35), consumo de oxígeno (36), respuestas hormonales (37;38) y dolor crónico (39). Además, también se ha descrito una mejora de la calidad de vida (32). Estos estudios se han realizado tanto en población sana entrenada (9;11;40;41) como no entrenada (42-44). Igualmente, en los últimos tiempos se han estudiado sus efectos beneficiosos en personas mayores (32;44) y en diversas patologías como osteoporosis (30), accidente cerebrovascular (45), tratamiento post cirugía de ligamento cruzado anterior(46), esclerosis múltiple (47) y parálisis cerebral (48). Es importante

destacar que algunos de estos protocolos referenciados estudian los efectos provocados a nivel agudo (25;38;43), mientras otros registran las adaptaciones conseguidas a largo plazo (32;49). Estos últimos se encuentran en menor proporción debido al mayor esfuerzo que suponen los estudios longitudinales.

Pese a los estudios referenciados anteriormente, también se han detectado estudios con EV que no han obtenido ninguna mejora significativa (11;27;50). Estos resultados pueden explicarse debido a que los efectos de este tipo de entrenamiento dependen en gran medida de las características de la vibración (amplitud, frecuencia, método de aplicación) y el protocolo de ejercicios aplicado (tipo de entrenamiento, intensidad, volumen). Además, los estudios más recientes parecen mostrar que cada tipo de población tiene unos parámetros óptimos de estimulación. De esta manera sería lógico aplicar diferentes parámetros de vibración en personas entrenadas y no entrenadas. Un ejemplo es la aplicación del mismo protocolo de entrenamiento con vibración que dio efectos positivos en personas no entrenadas (22) y no tuvo efectos en atletas entrenados en velocidad (11). En relación a esto último, y pese a que no existe una evidencia clara al respecto, algunos autores sugieren que cada grupo muscular posee una frecuencia de estimulación óptima (51;52).

Hasta la fecha de búsqueda de esta revisión, existen varias revisiones científicas que estudian los efectos del EV sobre el rendimiento físico de las personas (1-8;20;53). De todas las revisiones citadas, sólo dos están realizadas con personas físicamente activas (1;2) y ninguna de esta últimas describe una sistematización de la estrategia de búsqueda y recopilación de datos. Nos encontramos pues, con una falta de fundamentación científica sólida para establecer un consenso sobre cuáles son los efectos reales del EV sobre el rendimiento físico en personas físicamente activas.

El objetivo principal de esta revisión sistemática es determinar la evidencia actual sobre los efectos del EV, producidos a largo plazo, sobre el rendimiento físico en población físicamente activa. Las variables de estudio escogidas para la valoración del rendimiento físico han sido la fuerza máxima isométrica, fuerza dinámica, flexibilidad, estabilidad postural, fuerza explosiva y velocidad. Asimismo, se pretende establecer un rango seguro de aplicabilidad del entrenamiento vibratorio en personas físicamente activas. La búsqueda bibliográfica y la evaluación de sus resultados siguieron las bases metodológicas de la Colaboración Cochrane (2008) (54).

MÉTODOS

Criterios de inclusión para la selección de los estudios

Tipo de estudio: Ensayo clínico con grupo control tanto si la asignación de grupos es aleatoria como no.

Tipo de participantes: Individuos físicamente activos. Hemos incluido en esta muestra lo que los propios autores definen como individuos físicamente activos (incluimos estudiantes de educación física) o deportistas de competición.

Tipo de intervenciones: Entrenamiento a largo plazo mediante vibraciones mecánicas. Se incluyeron todos los estudios que cumplieran de forma regular un mínimo de 2 semanas y/o 7 sesiones de trabajo. Los tipos de intervención incluidas se dividieron en dos subgrupos:

- Grupo que realiza un EV comparado con grupo control pasivo (GV vs GC): Entendemos grupo pasivo como el grupo que realiza su entrenamiento habitual.

- Grupo que realiza un EV comparado con grupo que hace ejercicios similares sin vibración (GV vs GSV): Entendemos grupo control como el que hace los mismos ejercicios que el GV, pero sin vibración, más su entrenamiento habitual.

Tipo de medida de resultados: Las medidas de resultado son aquellas que valoran el rendimiento físico. Se han agrupado las medidas de resultado en 6 elementos teóricos que representan las capacidades físicas que podrían beneficiarse del EV: fuerza máxima isométrica, fuerza dinámica (anisométrica o isocinética), flexibilidad, estabilidad postural, fuerza explosiva y velocidad.

Estrategia de búsqueda para la identificación de los estudios

Se realizó la búsqueda en las bases de datos PUBMED y Sport Discus el 7 de enero de 2008 y desde la fecha disponible de 1966. También se examinaron las listas de referencias de otras revisiones. No se aplicó ninguna restricción de idioma. La base de datos Cochrane fue excluida porque no se encontró ningún artículo relacionado con los criterios de selección. La Tabla 1 nos muestra los algoritmos de búsqueda que se diseñaron.

Tabla 1. Algoritmos de búsqueda

Bases de Datos	Estrategia de búsqueda
MEDLINE (PubMed)	1 vibration [tw] 2 sports[mesh] OR athletic[tw] OR athletes[tw] 3 exercise[mesh] OR fitness[tw] OR training[tw] OR muscle strength [mesh] 4 2 OR 3 5 1 AND 4
SPORT DISCUS	1 vibration 2 sports OR athletic OR athletes 3 exercise OR fitness OR training OR strength 4 2 OR 3 5 1 AND 4

Métodos de valoración de los estudios

En primer lugar fueron examinados el título y resumen de los estudios encontrados en la búsqueda bibliográfica por cuatro revisores, de forma que cada título y resumen fue revisado por dos de ellos de forma independiente.

Las discrepancias entre autores fueron resueltas por consenso o por la opinión de un tercer revisor. Una vez seleccionados los artículos relevantes para la revisión, otra vez cuatro revisores independientes procedieron a la lectura crítica y valoración de la calidad metodológica de cada uno de ellos (riesgo de sesgo), de tal manera que cada estudio fue evaluado por dos revisores independientes. Para el análisis cuidadoso de cada estudio seleccionado se elaboró una hoja extracción de datos (Anexo 1). De esta forma se valoró la calidad de los estudios, las características de los participantes en el estudio, las características del entrenamiento, los diferentes grupos de comparación y las características de los resultados para cada subgrupo de participantes. Los tres artículos seleccionados en lengua alemana fueron revisados por tres personas con conocimientos de la lengua. Los efectos adversos del entrenamiento con plataforma vibratoria también se contemplaron.

Análisis del riesgo de sesgo de los artículos incluidos

La calidad de los estudios incluidos se evaluó mediante una serie de criterios de validez interna, como son idoneidad del método de aleatorización, la ocultación de la asignación aleatoria, el cegamiento en la evaluación de los resultados, la descripción del número y las causas de las pérdidas de seguimiento y la aportación de datos incompletos (54).

Análisis de datos

Una vez disponibles los datos cuantitativos de las medidas de resultado se procedió al análisis estadístico. En cada uno de los grupos se consideró como variable de interés "el incremento de la medida del resultado", es decir la diferencia del post-pre de la medida del resultado, estimando la desviación estándar de esta variable como diferencia de dos normales. Se realizó un metaanálisis considerando esta la variable de interés, que al ser esta una variable continua se tomó como medida de efecto la diferencia de medias estandarizada. Para el contraste de heterogeneidad se utilizaron las pruebas de Dersimonian y Laird's, y para la estimación del sesgo de publicación las pruebas de Egger y Begg. También se realizó el análisis de sensibilidad cuando éste fue posible. Para todos los análisis se utilizó el programa EPIDAT versión 3.1 y se tomó como nivel de significación $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

La estrategia de búsqueda identificó 963 títulos potenciales para la inclusión. Se seleccionaron 17 artículos para ser analizados en texto completo. De estos artículos se incluyeron 16 artículos (11;12;14;17;18;25-29;40;55-59) que cumplieron con los criterios de inclusión, uno de ellos fue excluido por no cumplirlos (60).

De los 16 estudios incluidos encontramos 13 ensayos clínicos controlados y aleatorios (3, 5, 9; 12; 18-20; 20; 22; 24; 35; 53; 55), y 3 no aleatorios (21; 52; 54). Además, hubo grandes diferencias entre las características de los

participantes, el diseño, el contenido de los ejercicios de entrenamiento y los resultados evaluados.

Los ensayos se realizaron en América del Norte (n = 1), Europa (n = 13) y Nueva Zelanda (n = 2).

Descripción de los estudios incluidos

No pudimos realizar una estimación de efecto global en todos los ítems analizados debido a la heterogeneidad de las valoraciones. Como describiremos a posteriori, el metaanálisis solo se pudo realizar en la medida de resultado de la fuerza explosiva. A continuación se describirán los diferentes ensayos clínicos en función del tipo de efecto estudiado. Así mismo, los resultados se dividen en los dos subgrupos ya descritos anteriormente (Anexos 2 y 3).

Grupo que realiza un EV comparado con un grupo control pasivo

Efectos sobre la fuerza, el salto y la velocidad

Uno de los primeros trabajos de la literatura científica sobre los efectos del EV sobre el rendimiento deportivo fue el del grupo de Issurin et al. (1994). Los autores estudiaron los efectos de un EV de 3 semanas, 3 sesiones por semana, sobre la fuerza máxima dinámica y la flexibilidad. Dividieron la muestra de 28 atletas masculinos (19-25 años) en tres grupos: un primer grupo que realizó estiramientos de piernas combinados con estimulación vibratoria y ejercicios de fuerza convencionales en los brazos; un segundo que realizó estiramientos convencionales en las piernas y ejercicios de fuerza de brazos combinados con estimulación vibratoria; y un último grupo control que no realizó ningún entrenamiento relevante. El aparato utilizado fue un sistema de poleas con vibración (amplitud 3mm, frecuencia 44Hz). El grupo que realizó el EV combinado con ejercicios de fuerza obtuvo una ganancia del 49,8% en la fuerza dinámica, comparado con un 16% en los ejercicios convencionales, y ninguna ganancia en el grupo control (14).

Bosco et al. (1998), realizaron un experimento con 14 sujetos físicamente activos asignados a un grupo que entrenó con vibraciones (GV) y un grupo control (GC). El GV realizó una progresión de ejercicios estáticos encima de una plataforma vibratoria rotacional (Galileo 2000) durante 10 días, a 26 Hz de frecuencia y 10 mm de amplitud, y 5 series de 1,5-2' (pausa de 40 "). Los autores midieron la fuerza explosiva mediante un test de salto contramovimiento (CMJ) y un test que consistía en saltos continuos durante 5 segundos (5s CJ) al inicio y final del periodo de entrenamiento. Según los autores, el GV obtuvo mejoras significativas en la potencia y altura del mejor de los saltos (un 6,1% y un 12% respectivamente, $p < 0.05$) y una mejora de la media del salto vertical en el test 5s CJ (un 12%; $p < 0.05$); al contrario que el grupo control (25).

Más recientemente, Delecluse et al (2005) estudiaron los efectos de un entrenamiento de VCC en un grupo de 20 velocistas (13 hombres y 7 mujeres, 17-30 años). El GV añadió a su entrenamiento habitual una progresión de ejercicios estáticos y dinámicos encima de una plataforma vibratoria durante cinco semanas (35-40Hz, 1,7-2,5 mm, 9-18' de duración, Power Plate). Después del periodo de intervención no se obtuvieron resultados positivos en el GV en relación a la velocidad de carrera ni a la fuerza isométrica y dinámica de los flexores y extensores de rodilla. Los autores creen que los resultados pueden ser debidos a un mal diseño del protocolo de intervención, ya que este mismo diseño obtuvo resultados significativos en personas no entrenadas (11).

Fagnani et al. (2006) estudiaron los efectos de un protocolo de entrenamiento mediante VCC durante 8 semanas sobre el rendimiento muscular en un grupo de 26 deportistas femeninas (21-27 años). El GV realizó una progresión de ejercicios estáticos en una plataforma Nemes Bosco, tres veces por semana, con una vibración de 35 Hz, una amplitud de 4mm y un tiempo máximo de duración total de trabajo de 6'. El GV mostró una mejora significativa en la fuerza de extensores de rodilla ($p < 0.001$), valorada mediante una máquina isocinética, y el test de CMJ ($p < 0.001$). Sin embargo, no obtuvieron diferencias significativas en el grupo control (28).

Por último, el grupo de Annino et al. (2007), estudiaron los efectos de un entrenamiento mediante VCC (Nemes Bosco system) en una muestra de 22 bailarinas de élite (21.2 ± 1.5 años). El EV consistió en 5 series de 40" (60" de reposo) a 30 Hz en una posición en semiflexión de rodillas (100°) y rotación externa de caderas durante 8 semanas, tres sesiones por semana. Los resultados muestran una mejora significativa en el GV sobre el salto vertical ($6.3 \pm 3.8\%$, $p < 0.001$), la potencia y la velocidad de los extensores de rodilla, al contrario que el GC (40).

Efectos sobre la flexibilidad

El grupo de Issurin et al. (1994), ya descrito anteriormente, además de los efectos sobre la fuerza, también estudiaron los efectos del EV sobre la flexibilidad de extremidad inferior. El GV combinó de forma simultánea un trabajo vibratorio con ejercicios de flexibilidad de la extremidad inferior. Los dos test evaluados fueron el *Two legged split* y el *Flex and reach test*. El GV obtuvo una mejora del 8.7 y 43.6% respectivamente, comparado con un 2.4 y 19.7% en el grupo que realizó estiramientos convencionales, y un 1.2 y 5.2% en el grupo control (14).

El grupo de Fagnani et al. (2006), también descritos en el apartado anterior, estudiaron los efectos del entrenamiento vibratorio sobre la flexibilidad mediante el *test sit and reach*. El GV, después del periodo de entrenamiento, obtuvo una mejora significativa en la flexibilidad ($p < 0.001$). Sin embargo, el grupo control no obtuvo diferencias (28).

Efectos sobre la estabilidad postural

En este subgrupo no hemos encontrado ningún trabajo que estudie los efectos del EV sobre la estabilidad postural.

Grupo que realiza un EV comparado con grupo que hace ejercicios similares sin vibración

Efectos sobre la fuerza, el salto y la velocidad

Este subgrupo empezó a ser estudiado por un grupo de investigadores alemanes, Schlumberger et al. (2001), que compararon los efectos de un entrenamiento de fuerza mediante el ejercicio de *squat* unilateral sobre una plataforma vibratoria (4 series de 8-12 repeticiones, 4mm, 25Hz) con el mismo ejercicio sin vibración en 10 sujetos entrenados. Una pierna fue la experimental y la otra la control. El entrenamiento se realizó durante 6 semanas, tres sesiones semanales. No se obtuvieron diferencias significativas entre ambos métodos. Los resultados mostraron un aumento significativo de la fuerza máxima isométrica tanto en el grupo de vibración como en el grupo control (6,5 y 6,2% respectivamente). No se observaron diferencias significativas en las ganancias producidas en el momento de fuerza en ningún grupo (59).

Ese mismo año, también desde Alemania, Becerra y Becker (2001), estudiaron los efectos de un entrenamiento de 7 sesiones con un sistema de cables transmisores de vibraciones en 23 nadadores entrenados. La muestra se dividió en 4 grupos: (a) vibración (20-24 Hz; 4 mm) añadida a la movilización de una carga equivalente al 50-60% de la fuerza máxima isométrica y a una velocidad angular de 180 °/s en la articulación del hombro (2 'de trabajo, 2' de pausa, con incremento de 2 repeticiones por sesión); (b) mismo trabajo sin vibración que grupo a; (c) vibración añadida a la movilización de una carga equivalente al 90-95% de la fuerza máxima isométrica a una velocidad angular de 30 °/s (10 -14 repeticiones de 30", 90"de recuperación); (d) mismo que grupo c, pero sin vibración. La presentación de resultados es bastante confusa por lo que deben interpretarse con cautela. Según los autores, los resultados muestran mejoras en los tiempos para nadar diferentes distancias, aunque no significativas (55).

De Ruitter al. (2003) estudiaron los efectos de 11 semanas de entrenamiento con VCC (posición bipodal 5-8 series de 60", 8 mm, 30 Hz, Galileo 2000) sobre la propiedad contráctil, activación muscular de los extensores rodilla y salto vertical en 20 individuos jóvenes físicamente activos. Se testó al grupo en 5 ocasiones durante las 13 semanas de duración del estudio. El GV no obtuvo resultados significativos respecto al GC en la fuerza máxima de extensores de rodilla, el % de desarrollo de fuerza ni el salto vertical (27).

Berschin et al. (2003) compararon el entrenamiento de fuerza combinado con VCC y un entrenamiento convencional de fuerza en 24 jugadores de rugby profesionales. El entrenamiento tuvo una duración de 3 meses y 3 sesiones semanales. El GV realizó 5 series de sentadilla y salto durante 3' con 2-3' de

pausa con sobrepeso creciente hasta 70% de 1RM. El GC realizó un entrenamiento de fuerza clásico (5x12 reps al 70%, levantamiento explosivo, 2' de pausa). Los autores encontraron diferencias significativas a favor del grupo de vibración en el test CMJ. Además, los sujetos de estudio mejoraron la capacidad de aceleración (sprint 30m) y una mejor agilidad y estabilidad en los cambios de ritmo y movimientos laterales (prueba de slalom) (27).

Rønnestad (2004) comparó los efectos producidos por un entrenamiento de fuerza con sentadillas con el mismo entrenamiento hecho sobre una plataforma vibratoria (Nemes L.C., 40Hz, 4mm) en 14 sujetos (21-40 años) entrenados en fuerza. El estudio se realizó durante 5 semanas, 2-3 sesiones por semana. El entrenamiento de fuerza consistió en una progresión de sentadillas de 3x10 a 4x6 RM. Tanto el grupo de vibraciones como el grupo control obtuvieron mejoras significativas en el test de una repetición máxima ($32,4 \pm 9,0$ versus $24,2 \pm 3,9$ respectivamente). En el caso del test CMJ sólo se obtuvieron mejoras en el grupo de vibraciones. En ninguna de las dos medidas se obtuvieron diferencias significativas entre los dos grupos (17).

Cochrane et al. (2004) investigaron los efectos de un entrenamiento de 9 días de VCC sobre el salto vertical, la velocidad y la agilidad, en 24 estudiantes de Educación física. El grupo de vibraciones realizó 5 series de ejercicios estáticos de 2' de duración a 26 Hz y 11mm de amplitud (pausa de 40") en una plataforma Galileo 2000; sin embargo, el grupo control, realizó los mismos ejercicios pero sin vibraciones. No hubo diferencias significativas entre grupos en el test CMJ, SJ, carrera de velocidad de 5, 10 y 20 m, ni prueba de agilidad (505, *up and back*) (57).

Cronin et al. (2004) investigaron los efectos de tres tipos de intervenciones de 10 días sobre el rendimiento del salto en 15 bailarinas experimentadas. Dividieron a las bailarinas en tres grupos: (a) vibraciones (5 ejercicios progresivos de 90-120", 40" de pausa, Galileo 2000, 26 Hz, y 5,2 mm); (b) mismos ejercicios sin vibraciones; y (c) control. El test DJ (*Drop jump*) y CMJ aumentaron un 1.4-8.7% en el grupo de vibración en relación a los otros dos. El grupo que entrenó con vibraciones obtuvo el mayor efecto en el test DJ (6.0 a 14%), es decir, en la mejora del ciclo estiramiento-acortamiento (26).

Kvorning et al. (2006) compararon los efectos de un EV sobre el sistema neuromuscular y hormonal. El entrenamiento duró 9 semanas y dividieron la muestra (n: 28) en tres grupos: (S) entrenamiento de sentadillas con carga; (S+V) entrenamiento de sentadillas con carga sobre una plataforma vibratoria (20-25Hz, 4 mm, Galileo 2000); y (V) sentadillas sin carga sobre una plataforma vibratoria. En los tres casos realizaron una progresión que llegó a 3 sesiones semanales y 6 series de 8 repeticiones con 2 minutos de descanso. No hubo diferencias significativas entre los tres grupos a nivel de contracción isométrica máxima de extensores de rodilla y CMJ; excepto en este último ítem, donde la potencia media fue superior en el grupo S respecto al grupo V. En cuanto a las diferencias intragrupo, el grupo (S) y (S+V) aumentaron la contracción isométrica máxima voluntaria de forma significativa post entrenamiento. La altura del salto, la potencia media y el pico de potencia aumentaron sólo en el grupo (S) y la velocidad del pico de potencia en los tres grupos. Los autores

concluyen que el entrenamiento mediante VCC combinado con un entrenamiento convencional de fuerza no aumenta de forma adicional la contracción isométrica máxima ni el rendimiento neuromuscular respecto a un entrenamiento convencional de fuerza (58).

Mahieu et al. (2006) compararon los efectos producidos por un entrenamiento de ejercicios dinámicos y estáticos encima de una plataforma vibratoria (Fitvive N.V., 2-4 mm, 24-28 Hz, 4-13') con los mismos ejercicios, pero sin vibración. La muestra fue un grupo de 33 esquiadores de competición (12.36 ± 1.71 años) que entrenaron durante seis semanas, tres veces por semana. Los resultados mostraron mejoras significativas post entrenamiento en los dos grupos en relación a la fuerza explosiva y la fuerza isocinética de los flexores y extensores de rodilla y tobillo. Por otra parte, el GV obtuvo mejoras significativas respecto al GC en la fuerza explosiva y en la fuerza isocinética de los flexores dorsales de tobillo (12).

Efectos sobre la flexibilidad

Van den Tillaar (2006) comparó las ganancias producidas sobre la flexibilidad de los músculos isquiosurales entre un grupo que combinó estiramientos (contracción-relajación) seguidos de VCC con otro grupo que realizó los mismos ejercicios, pero sin vibración. El periodo de entrenamiento duró 4 semanas, 3 sesiones por semana. Cada sesión de estiramientos consistía en 3 series de 5 segundos de contracción isométrica más 30 segundos de estiramiento estático por cada pierna. El grupo experimental añadió 30 segundos de vibraciones (Nemes Bosco System, 28 Hz, 10 mm, bipedestación estática) después de cada serie de estiramientos. Ambos grupos mostraron resultados significativos en la mejora de la amplitud de movimiento. Sin embargo, el GV obtuvo además un aumento significativo (30%) del rango articular respecto al GC (14%). Los autores concluyen que el entrenamiento mediante VCC puede tener un efecto positivo extra sobre la flexibilidad cuando se combina con estiramientos de contracción-relajación (18).

Sands et al. (2006) también estudiaron los efectos agudos y a largo plazo de las vibraciones mecánicas sobre la flexibilidad. En este caso se combinó el estiramiento realizado de forma simultánea a la vibración. La muestra fueron 10 chicos gimnastas (10.1 ± 1.5 años). Compararon los efectos obtenidos por un grupo que realizó 4 minutos de estiramientos estáticos (2 posiciones de spagat, ambas piernas, 10" de estiramiento más 5" de reposo con una duración de 1') sin vibración, y otro grupo que realizó los mismos ejercicios, pero con vibración (30Hz, 2mm). Los resultados muestran mejoras significativas en el rango articular spagat a nivel agudo. Sin embargo, a las cuatro semanas de entrenamiento las mejoras sólo se dan en la pierna derecha. Los autores concluyen que la combinación de vibraciones con estiramientos estáticos pueden ser un medio prometedor para aumentar el rango articular en gimnastas de alto nivel deportivo (29).

Efectos sobre la estabilidad postural

El único estudio que valora los efectos del EV sobre la estabilidad postural en personas entrenadas es del grupo formado por Mahieu et al. (2006), ya citado anteriormente. Los autores estudiaron los efectos producidos sobre el control postural por un EV comparado con un GC que realizó los mismos ejercicios, pero sin vibración. Este fue evaluado en una posición bipodal dinámica mediante el sistema Balance Master. Ninguno de los grupos obtuvo diferencias significativas (12).

Resultados del metaanálisis

A continuación se muestra el metaanálisis de la medida de resultado de la fuerza explosiva, medida con el test CMJ. No ha sido posible metaanalizar las otras medidas de resultado debido a la gran heterogeneidad de medidas de valoración. En primer lugar, al tener una variable continua (incremento entre pre y post) se tomó como medida de efecto la diferencia de medias estandarizada, utilizando el modelo de efectos aleatorios. La desviación estándar del incremento pre-post entrenamiento se estimó asumiendo que la diferencia de las variables es de distribución normal e independiente. Se excluyeron del metaanálisis los estudios que sólo proporcionaron datos categóricos (26;56). El grupo de De Ruyter et. al (27) utilizaron otro tipo de datos para medir el salto vertical, por lo que tampoco se incluyó.

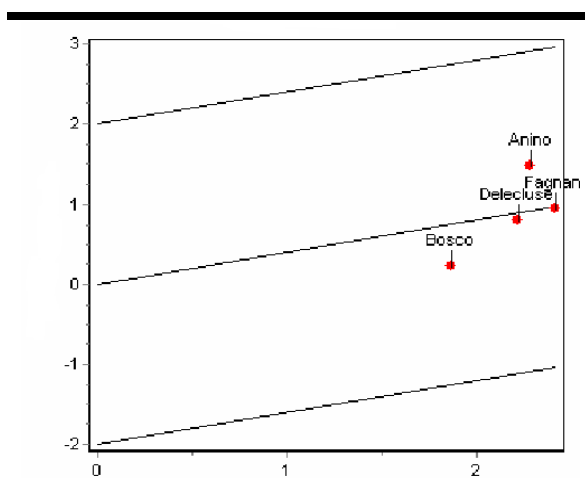


Figura 1. Gráfico de Galbraith

Grupo que realiza un EV comparado con un grupo control pasivo

Tal y como nos muestra la figura 1, hay homogeneidad en la muestra ($p > 0,05$). Podemos observar que todos los estudios se encuentran en la zona de confianza de la medida de efecto.

Tal y como observamos en la tabla y la figura 2, los resultados tienden a una mejora del salto a favor del grupo experimental, obteniendo una medida de efecto global de 0'4007 cm. No obstante, el metaanálisis no ha sido capaz de demostrar que el grupo experimental presenta un resultado estadísticamente

significativo diferente del grupo control, dado que se obtiene un IC 95% [-0.0433, 0.8446], que como se observa contiene el valor 0, lo que no nos permite concluir que hay diferencias entre los grupos (61).

Tabla 2. Resultados del metaanálisis individual y combinado

	Peso (%) E. aleat.	N	d (GV-GC)	IC (95,0%)	
Bosco et al., 1998	17.9273	14	0.1150	-0.9335	1.1636
Delecluse et al., 2005	25.2529	20	0.3559	-0.5275	1.2393
Fagnani et. al, 2006	30.0083	24	0.3882	-0.4223	1.1986
Annino et al., 2007	26.8116	22	0.6478	-0.2096	1.5052
Efectos aleatorios		80	0.4007	-0.0433	0.8446

N_ muestra; d_ diferencia de medias estandarizadas; IC_ Intervalo de confianza; GV_ grupo vibración; GC_ grupo control

Sesgo de publicación

Tanto la prueba de Egger como la de Begg mostraron una $P > 0.05$. Esto indica ausencia de sesgo de publicación.

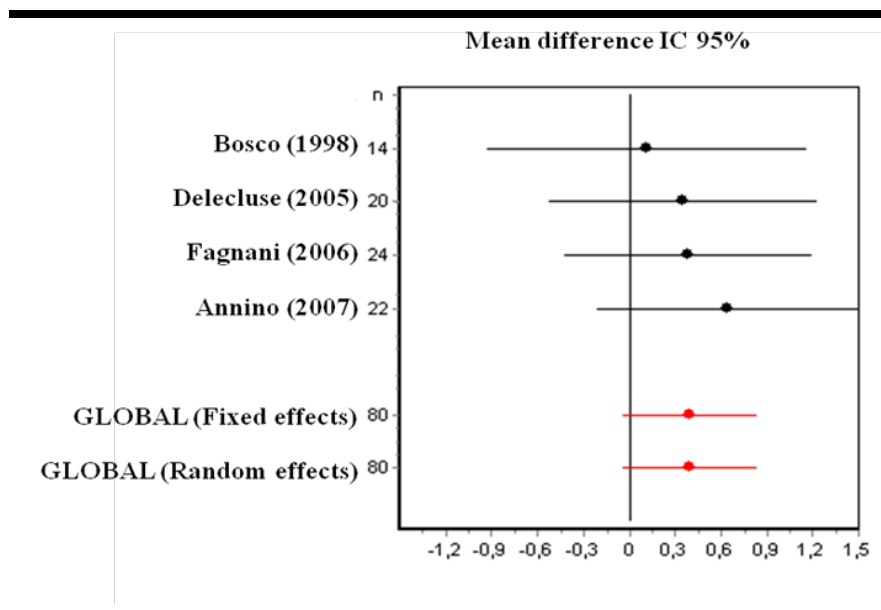


Figura 2. Modelo de efectos aleatorios

Análisis de sensibilidad

Si se elimina cualquier artículo, la diferencia estandarizada de medias siempre aumenta de la de efecto global. En todo caso, la diferencia siempre cae dentro del intervalo de confianza, lo cual nos corrobora que ninguno de los cuatro artículos puede ser eliminado, es decir, todos tienen un peso significativo en el análisis.

Grupo que realiza un EV comparado con grupo que hace ejercicios similares sin vibración

Se descartó el análisis debido a que el grupo no fue homogéneo. Por otra parte, al disponer sólo de tres artículos, hacer un meta-análisis por subgrupos no tiene sentido (17;57;58).

Tabla 3. Riesgo de sesgo de los estudios incluidos

	Aleatorización	Secuencia adecuada	Ocultación de la asignación aleatoria	Cegamiento	Descripción de pérdidas	Datos incompletos
Issurin et al. (1994)	+	?	-	-	-	+
Bosco et al. (1998)	+	?	-	-	-	+
Schlumberger et al. (2001)	-	-	-	-	-	-
Becerra & Becker (2001)	-	-	-	-	-	-
Berschlin (2003)	+	?	-	-	-	-
De Ruiter (2003)	-	-	-	-	+	-
Cochrane et al. (2004)	+	?	-	-	+	+
Cronin (2004)	+	?	-	-	-	-
Rønnestad (2004)	+	?	-	-	+	+
Delecluse et al. (2005)	+	?	-	-	+	+
Kvorning et al. (2006)	+	?	-	-	+	+
Mahieu et al. (2006)	+	?	-	-	-	+
Sands et al. (2006)	+	?	-	-	+	-
Van den Tillaar (2006)	+	?	-	+	+	-
Fagnani et al. (2006)	+	?	-	-	+	+
Annino et al. (2007)	+	?	-	-	-	+
+_ afirmativo; -_negativo; ?_ no se describe						

Riesgo de sesgo de los estudios incluidos

Las puntuaciones de la evaluación de la calidad metodológica de cada estudio se presentan en la tabla 3. Todos los estudios incluidos son aleatorios excepto tres (27;55;59). Ninguno de los estudios incluidos describe el método de asignación aleatoria. La ocultación de la asignación aleatoria no fue descrita por ninguno de los estudios incluidos. Sólo un estudio (18) de los 16 incluidos describe cegamiento en la evaluación de los resultados. Ninguno de los estudios seleccionados realizó seguimiento más allá del final del programa de la intervención con ejercicio. Sólo se informó sobre las pérdidas de los participantes en ocho de los estudios incluidos (11;17;18;27-29;57;58). Las pérdidas descritas son de ninguna pérdida (29;58;62), una pérdida (18;27), dos pérdidas (22; 23) y 5 pérdidas (35), repartidas entre grupo control y experimental. Sólo en un estudio, el abandono fue causado por el EV, descrito

por los autores por un dolor en la cara anterior de la tibia (14). Por último, siete de los estudios seleccionados presentan datos incompletos (18;26;27;29;55;56;59).

Otras fuentes de sesgo

Tamaño de la muestra: El pequeño tamaño de la muestra incluida puede ser una debilidad de la mayoría de estudios incluidos. Los estudios se mueven entre una muestra de 33 como máximo (9) y 10 sujetos como mínimo (24; 54). El promedio de la muestra de los estudios incluidos es de 20,9 con una desviación estándar de 6,6.

Diversidad de medidas para la valoración de las cualidades físicas: Las diferentes capacidades físicas son medidas con métodos de valoración muy diversos, lo que podría ser una fuente de sesgo.

DISCUSIÓN

Aunque no se han observado mejoras estadísticamente significativas en la fuerza explosiva evaluada con el salto con contramovimiento en el metaanálisis realizado con el subgrupo GV vs GP, hay una tendencia a la mejora (IC 95% [-0.0433, 0.8446]). De los cuatro artículos analizados ((11;25;28;40), sólo el artículo de Delecluse et al. (11) no obtuvo diferencias significativas en el grupo sometido a vibración.

En el caso del subgrupo GV vs GSV no hemos podido obtener datos estadísticos debido a la falta de homogeneidad entre grupos. En este subgrupo hay cuatro estudios que muestran diferencias significativas en la mejora de la fuerza explosiva en el GV (12;17;26;56) y tres estudios que no muestran diferencias entre grupos (27;57;58). A pesar de la diversidad de resultados y la necesidad de nuevos estudios, estos datos muestran que el EV mejora el salto, aunque no queda demostrado si de forma adicional al entrenamiento convencional.

Actualmente, no hay consenso sobre cuáles son los mecanismos por los cuales la vibración mejora el rendimiento neuromuscular; aunque la revisión realizada por Luo et al (2005) postula varias hipótesis, como son el reflejo tónico vibratorio, la mejora en la excitabilidad de la motoneurona, el incremento de la temperatura y circulación sanguínea, el aumento de la secreción hormonal y la hipertrofia muscular (5). Más concretamente, parece ser que las principales mejoras en la fuerza producidas por el EV se deben a la regulación neural de la contracción muscular voluntaria y a las adaptaciones neuromusculares. Se necesitan nuevos estudios que utilicen medidas de resultado estandarizadas para determinar la fuerza explosiva y las otras manifestaciones de fuerza.

Tanto la fuerza isométrica como dinámica han sido evaluadas con métodos muy diferentes. Este hecho asociado a la escasez de estudios y la diversidad de resultados obtenidos dificulta aún más la tarea de consenso sobre sus

resultados. Ninguno de los tres estudios que valoran la fuerza máxima isométrica obtiene diferencias significativas entre grupos (11;58;59).

Los estudios que han medido la fuerza dinámica los podemos dividir también en dos grupos (GV vs GP; GV vs GSV). Los dos estudios que comparan un GV vs GP, obtienen resultados contrarios. Por una parte, Issurin et al. (1994), obtienen mejoras significativas en lo que ellos definen como fuerza isotónica de los flexores de codo a favor del GV (14). En cambio, Delecluse et al. (2005) no obtuvieron mejoras en la fuerza isocinética de los flexores y extensores de rodilla (11).

Por otro lado, los estudios que comparan un GV vs GSV no obtienen diferencias entre grupos (12;17;59); salvo el caso del estudio de Mahieu et al., donde se observaron diferencias significativas en la fuerza isocinética de los flexores plantares del tobillo a baja velocidad en el grupo de vibración respecto al control (12).

En el caso de la flexibilidad se han obtenido beneficios significativos en los cuatro estudios analizados (14;18;28;29), y además, en los dos subgrupos. Aunque se necesita una mayor cantidad de estudios, parece ser que el entrenamiento vibratorio a largo plazo favorece esta capacidad física. No pudimos realizar el metaanálisis en estos datos debido a la variabilidad entre pruebas de valoración. Se puede observar que los estudios seleccionados muestran dos formas de aumentar el rango articular. Por una parte, la combinación de estiramientos y vibración de forma simultánea, y por otra, la simple aplicación de VCC en posición de semiflexión favorecería el aumento de la flexibilidad post-exposición a la vibración. Esta mejora producida por el efecto vibratorio, a pesar de ser un tema actual de discusión, se ha relacionado con la disminución del umbral del dolor (14;63), el aumento de la circulación sanguínea (35;36), la activación del órgano tendinoso de Golgi y la inhibición de los músculos antagonistas debido al reflejo tónico vibratorio (20).

Actualmente hay varios trabajos que han aplicado las VCC para mejorar la propiocepción y el equilibrio en personas no entrenadas, especialmente cuando se perturba el control postural. Algunos de estos estudios han mostrado efectos positivos sobre esta capacidad (33;44;46;47), pese a ello, otros trabajos no han observado mejoras significativas en el grupo expuesto a vibración (12;44;64). Por el contrario, hay una importante falta de investigación sobre los efectos del entrenamiento vibratorio sobre el control postural y la propiocepción en personas entrenadas. El único estudio seleccionado es el de Mahieu et al. (2006), el cual no obtuvo diferencias significativas (12). Por lo tanto, los efectos del entrenamiento vibratorio sobre el equilibrio y la propiocepción están actualmente poco estudiados. Pese a la falta de evidencia, es importante relacionar el ya descrito RTV con la estimulación del huso neuromuscular, que como sabemos, es uno de los principales propioceptores musculares determinantes del control neuromuscular y estabilización articular.

Efectos adversos

Es importante resaltar que ninguno de los estudios describió efectos negativos sobre la salud de las personas provocados por el EV. Sólo uno de ellos describió un dolor en la cara anterior de la tibia que propició la detención del entrenamiento (27). Estos datos son importantes ya que nos permiten establecer unos parámetros de aplicación de la vibración seguros para la salud de nuestros deportistas. Como ya hemos visto anteriormente, la aplicación de vibraciones a ciertos parámetros puede provocar graves problemas sobre la salud de la persona. También cabe destacar que ninguno de los estudios seleccionados realizó seguimiento más allá del final del programa de la intervención del ejercicio.

Integridad general y aplicabilidad de las pruebas

Aún faltan estudios, y especialmente de buena calidad metodológica, para alcanzar plenamente los objetivos de esta revisión. Los resultados obtenidos deben tomarse con prudencia ya que la calidad de los estudios incluidos tiende a ser baja, tal y como nos indica la tabla 3.

La Colaboración Cochrane (54) recomienda escoger ensayos clínicos aleatorizados como criterio de inclusión para minimizar el riesgo de sesgo. En el caso de la revisión presente consideramos incluir tres ensayos clínicos controlados no aleatorizados (10;55;59); dada la relevancia que estos estudios suponían en nuestro campo de actuación. Además, no se consideran estudios aleatorios si la secuencia de aleatorización no es la correcta. En nuestro trabajo ninguno de los estudios incluidos describe la secuencia de aleatorización, sin embargo los hemos considerado como aleatorios debido a la escasez de trabajos.

A pesar de que todos los participantes fueron físicamente activos, hubo diferentes niveles de actividad física, pero debido a la poca muestra de estudios, se consideró englobarlos en un mismo grupo. La media de edad de los participantes fue bastante homogénea, en la mayoría de los trabajos analizados (entre 10,1 y 25,9 años). Esta revisión se caracteriza por la gran heterogeneidad entre las diferentes intervenciones de vibraciones mecánicas. Estas difirieron en cuanto al tipo de ejercicio, amplitud, frecuencia, volumen del estímulo, método de aplicación de la vibración, dirección del estímulo vibratorio, número de sesiones semanales y duración del entrenamiento. Esta variabilidad de los protocolos utilizada por diferentes investigadores puede ser una razón importante de la gran diversidad de resultados obtenidos. A pesar de la heterogeneidad de resultados e intervenciones podemos establecer un rango de trabajo seguro para la salud del deportista, es decir, entre 1,7-11mm de amplitud, 20-24 hz de frecuencia, tanto ejercicios estáticos como dinámicos y hasta un máximo de 18 minutos de trabajo con vibración.

En un inicio se consideró un mínimo de 9 días de trabajo como criterios de inclusión de los estudios. Este redujo a 7 días de trabajo para poder incluir el estudio de Becerra y Becker (2001) (55), ya que es el único estudio que

comprueba la influencia de la estimulación vibratoria en la mejora del rendimiento de un deporte. En este caso se encontraron mejoras en los tiempos empleados para nadar diferentes distancias, aunque sin significación estadística.

La gran heterogeneidad de pruebas de medida de las diferentes cualidades físicas ha dificultado en gran medida poder extraer conclusiones claras. Es necesaria la unificación de pruebas de valoración de las diferentes cualidades físicas en el campo de la actividad física y el deporte para poder avanzar en el conocimiento científico.

Acuerdos y desacuerdos con otros estudios o revisiones

En nuestra búsqueda encontramos dos revisiones no descritas como sistemáticas sobre vibraciones y su aplicación en el mundo de la actividad física y el deporte (2;14). Sus autores también concluyen que existe una carencia de estudios que relacionen el EV con las mejoras en el rendimiento deportivo, especialmente a largo plazo.

Cabe destacar las tres revisiones sistemáticas encontradas sobre los efectos del EV en personas no entrenadas. Las conclusiones de los autores son diversas. Luo et al. (2005) concluyen que los efectos crónicos sólo se encuentran en los estudios con población no entrenada, por lo tanto hablan de la necesidad de realizar estudios sobre los efectos del EV a largo plazo en este tipo de población (5). Rehn et al. (2007) concluyen que existe de alta a moderada evidencia de los efectos positivos del entrenamiento de VCC a largo plazo sobre el rendimiento muscular en personas no entrenadas y mujeres mayores. Estos autores señalan que las personas no entrenadas podrían beneficiarse en mayor medida de los efectos a largo plazo que las personas entrenadas (50).

Como ya hemos mencionando anteriormente, cada individuo necesita unos parámetros óptimos de estimulación, por tanto, no podemos aplicar el mismo método de entrenamiento en personas entrenadas y no entrenadas. Todos los autores estamos de acuerdo en la necesidad de nuevos estudios a largo plazo para acercarse a los parámetros óptimos de estimulación de cada tipo de individuo. Estos parámetros parecen depender de la edad, sexo, grupo muscular estimulado, nivel de entrenamiento, capacidad física a estimular y tipo de ejercicio, entre otros.

A su vez, Norlund et al. (2007) revisaron los efectos crónicos del entrenamiento mediante VCC como alternativa o complemento del entrenamiento de fuerza resistencia. Sólo incluyeron los artículos que utilizaron un diseño con grupo control que realizase los mismos ejercicios que el grupo experimental, pero sin vibración. Estos autores no encontraron diferencias significativas entre grupos. Los autores sugieren ninguno o ligero efecto adicional de los efectos producidos por el entrenamiento mediante VCC (7). Este último estudio, y en comparación a nuestros resultados, nos permite

sugerir que los efectos positivos del EV disminuyen cuando se compara con un GC que realiza los mismos ejercicios que el GV, pero sin vibración.

Por lo tanto, es evidente la falta de estudios longitudinales de calidad sobre los efectos del entrenamiento mediante vibraciones mecánicas sobre el rendimiento físico, especialmente en población físicamente activa. Lo que podría explicarse debido al mayor esfuerzo que implica el seguimiento del entrenamiento diario en una población homogénea, y además, de forma controlada.

Para el diseño de futuros estudios, debemos tener presente el poder comparar protocolos adecuados a cada tipo de población, utilizar pruebas de valoración válidas, fiables y estandarizadas, aumentar las muestras y valorar los efectos post entrenamiento a largo plazo. Además, es importante mejorar la calidad de los estudios para evitar los diferentes riesgos de sesgo. Sería recomendable utilizar la guía Consort para el diseño de nuevos estudios controlados y aleatorios (65).

CONCLUSIONES

Hay evidencia de pobre calidad en la mejora de la fuerza explosiva cuando se compara un grupo entrenado mediante vibraciones respecto a un grupo control pasivo. Pese a ello si existe una tendencia a la mejora.

No hay evidencia suficiente sobre los efectos de la fuerza explosiva cuando se compara un grupo de vibración respecto un grupo control que hace los mismos ejercicios sin vibración.

Debido al pequeño número de estudios y la poca homogeneidad de pruebas de valoración utilizada no se pueden estudiar de forma conjunta los efectos de las vibraciones mecánicas sobre la fuerza máxima isométrica, fuerza dinámica, flexibilidad, estabilidad postural y velocidad.

Destaca la baja calidad metodológica de los estudios, por lo que los resultados deben interpretarse con cierta cautela.

A pesar de no poder extraer conclusiones claras, podemos establecer un rango seguro en cuanto a los parámetros de aplicación de vibraciones mecánicas sobre la población físicamente activa. Este se encuentra entre 1,7-11mm de amplitud y entre 20-44 Hz de frecuencia, aplicándose tanto en ejercicios estáticos como dinámicos y hasta un máximo de 18 minutos de duración.

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de extracción de datos

Anexo 2. Efectos a largo término: grupo que realiza un entrenamiento vibratorio comparado con un grupo control pasivo

Anexo 3. Efectos a largo término: grupo que realiza un EV comparado con grupo que hace ejercicios similares sin vibración

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Issurin VB. Vibrations and their applications in sport. A review. *J Sports Med Phys Fitness* 2005; 45(3):324-336.
- (2) Mester J, Spitzenfeil P, Schwarzer J, Seifriz F. Biological reaction to vibration--implications for sport. *J Sci Med Sport* 1999; 2(3):211-226.
- (3) Cardinale M, Pope MH. The effects of whole body vibration on humans: dangerous or advantageous? *Acta Physiol Hung* 2003; 90(3):195-206.
- (4) 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(2):459-466.
- (5) Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med* 2005; 35(1):23-41.
- (6) Nordlund MM, Thorstensson A. Strength training effects of whole-body vibration? *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17(1):12-17.
- (7) Rehn B, Lidstrom J, Skoglund J, Lindstrom B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17(1):2-11.
- (8) Tous J, Moras G. Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital 2004;(79).
- (9) 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(11):860-865.
- (10) 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(4-5):472-475.
- (11) Delecluse C, Roelants M, Diels R, Koninckx E, Verschueren S. Effects of whole body vibration training on muscle strength and sprint performance in sprint-trained athletes. *Int J Sports Med* 2005; 26(8):662-668.
- (12) Mahieu NN, Witvrouw E, Van d, V, Michilsens D, Arbyn V, Van den BW. Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training. *J Athl Train* 2006; 41(3):286-293.
- (13) 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(4):306-311.
- (14) Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. *J Sports Sci* 1994; 12(6):561-566.

- (15) Moras G, Rodriguez-Jimenez S, Tous-Fajardo J, Ranz D, Mujica I. A Vibratory bar for upper body: feasibility and acute effects on EMG activity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. In press.
- (16) Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2006; 7:92.
- (17) 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(4):839-845.
- (18) van den TR. Will whole-body vibration training help increase the range of motion of the hamstrings? *J Strength Cond Res* 2006; 20(1):192-196.
- (19) Eklund G, Hagbarth KE. Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Exp Neurol* 1966; 16(1):80-92.
- (20) Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003; 31(1):3-7.
- (21) Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr* 2005; 5:17.
- (22) Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(6):1033-1041.
- (23) Issurin V.B TG. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *J Sports Sci* 1999; 17: 177-182.
- (24) Roelants M, Delecluse C, Goris M, Verschueren S. 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):1-5.
- (25) Bosco C et al. The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biol Sport* 1998; 15 :157-164.
- (26) Cronin J MABE. The effects of whole body vibration on jump performance in dancers. *Journal of Human Movement Studies* 2004; 47:237-251.
- (27) de Ruitter CJ, Van Raak SM, Schilperoort JV, Hollander AP, de Haan A. The effects of 11 weeks whole body vibration training on jump height, contractile properties and activation of human knee extensors. *Eur J Appl Physiol* 2003; 90(5-6):595-600.
- (28) Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, Pigozzi F, Di S, V. The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes. *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85(12):956-962.
- (29) Sands WA, McNeal JR, Stone MH, Russell EM, Jemni M. Flexibility enhancement with vibration: Acute and long-term. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38(4):720-725.
- (30) 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(2):157-163.

- (31) Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren 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(3):352-359.
- (32) Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Ethgen 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 Phys Med Rehabil* 2005; 86(2):303-307.
- (33) Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging* 2002; 22(2):145-152.
- (34) van Nes IJ, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts AC. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2006; 37(9):2331-2335.
- (35) Kerschan-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(3):377-382.
- (36) 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(2):169-173.
- (37) Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81(6):449-454.
- (38) 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(4):323-327.
- (39) 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(17):1829-1834.
- (40) Annino G, Padua E, Castagna C, Salvo VD, Minichella S, Tsarpela O et al. Effect of whole body vibration training on lower limb performance in selected high-level ballet students. *J Strength Cond Res* 2007; 21(4):1072-1076.
- (41) Da Silva ME, Fernandez JM, Castillo E, Nunez VM, Vaamonde DM, Poblador MS et al. Influence of vibration training on energy expenditure in active men. *J Strength Cond Res* 2007; 21(2):470-475.
- (42) Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM et al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2006; 84:1854-1857.
- (43) 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(6):380-384.

- (44) Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture* 2007; 26(2):309-316.
- (45) van Nes IJ, Geurts AC, Hendricks HT, Duysens 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(11):867-873.
- (46) Moezy A, Olyaei G, Hadian M, Razi M, Faghihzadeh S. A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 2008; 42(5):373-378.
- (47) Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, Paternostro-Sluga T. Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil* 2005; 19(8):834-842.
- (48) Ahlborg 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(5):302-308.
- (49) 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* 2004; 52(6):901-908.
- (50) Torvinen S, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, Kannus P. Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *Int J Sports Med* 2002; 23(5):374-379.
- (51) Cardinale M, Lim J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. *J Strength Cond Res* 2003; 17(3):621-624.
- (52) Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res* 2006; 20(1):124-129.
- (53) Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005; 39(9):585-589.
- (54) Higgins J, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.0.1[updated September 2008]. The Cochrane collaboration, 2008. Available from www.cochrane-handbook.org, 2008.
- (55) Becerra Motta JA BRRD. Wirksamkeit der Biomechanischen Stimulation (BMS) in Verbindung mit traditionellen Methoden der Kraftausdauerentwicklung im Schwimmsport. *Leistungssport* 2001; 31(2):29-35.
- (56) Berschin G SISH. Schnellkrafttrainingsmittel in Sportspielen. *Leistungssport* 2003; 33 (4):11-13.
- (57) 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.

- (58) Kvorning T, Bagger M, Caserotti P, Madsen K. Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *Eur J Appl Physiol* 2006; 96(5):615-625.
- (59) Schlumberger A SDS. Krafttraining unter vibrationseinwirkung. *Sportverletz Sportschaden* 2001; 15(1):1-7.
- (60) Paradisis G ZE. Effects of whole-body vibration training on sprint running kinematics and explosive strength performance. *Journal Sports Sci Med* 2007; 1:44-49.
- (61) Martin J.L. TASPT. Revisión Sistemática en las Ciencias de la vida. El concepto Salud a través de la síntesis de la Evidencia Científica. FISCAM – Fundación para la Investigación Sanitaria Castilla-La Mancha, 2006.
- (62) Cochrane DJ, Hawke EJ. Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers. *J Strength Cond Res* 2007; 21(2):527-531.
- (63) Lundeberg T. Vibratory stimulation for the alleviation of pain. *Am J Chin Med* 1984; 12(1-4):60-70.
- (64) 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(9):1523-1528.
- (65) Moher D, Schulz KF, Altman DG. The CONSORT statement: revised recommendations for improving the quality of reports of parallel-group randomized trials. *Ann Intern Med* 2001; 134(8):657-662.

Referencias totales	65	(100 %)
Referencias propias de la revista	0	(0 %)

ANEXO 1. HOJA DE EXTRACCIÓN DE DATOS

ARTÍCULO:
INTERVENCION:

Riesgo de sesgo	Si	No	?
Aleatorización			
Secuencia de generación			
Ocultamiento de la asignación			
Cegamiento			
Datos incompletos			
Pérdidas y abandonos			
Observaciones:			

Sujetos	Reclutados	
	Aleatorizados	
	Finales	

Grupo	Experimental I N=	Experimental II N=	Control N=
Intervención			
Género			
Edad			
Tipo de ejercicio físico			
Tipo de medida (validez, reproducibilidad)			
Criterios de inclusión			
Criterios de exclusión			
Outcomes			
Homogeneidad de (técnicas estadísticas)			

RESULTADOS

Medidas de resultado	Experimental I	Experimental II	Control

Anexo 2. Efectos a largo término: Grupo que realiza un entrenamiento vibratorio comparado con un grupo control pasivo

Autor y año	Tipo de estudio	Sujetos (edad)	Intervenciones				Cambios en el rendimiento		
			Grupo Vibración (VG)	CG	Duración y frecuencia semanal	Test de rendimiento	Resultados		
			amp (mm)	freq (Hz)	Ejercicio				
Issurin et al. (1994)	Ensayo controlado aleatorio 3 grupos: 1. VG1: Vibración + Estiramiento piernas y fuerza convencional brazos. 2. VG2: Estiramiento piernas convencional + vibración brazos 3.CG	28 ♂ físicamente activos (19-25)	3	44	Sistema de poleas Flexión codo 6 series 80-100% RM (r:2-3.5')	-	3w 3s/w	Fuerza máxima	GV1:↑16.1% GV2:↑*48%; GC: No #
					Estiramientos estáticos y balísticos pierna: 6 series 40-80''(r:2-2.5')			Flexibilidad: <i>Two-leg-split across, flex-and-reach</i>	GV1:↑*8.7% GV2:↑2.4% GC: ↑ 1.2%
Bosco et al. (1998)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1. VG 2. CG	14? Físicamente activos (19-21)	10	26	Galileo 2000 Ejercicios estáticos 5 seriesx1.5-2'(r:45'')	-	10 días	CMJ (cm)	VG:↑*1.64% CG:↓ -0.27%
								Salto continuo 5''	Promedio de potencia (W.kg) Promedio de salto (cm)

Delecluse et al.(2005)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1. VG 2. CG	7 ♀ y 13 ♂ velocistas (17-30)	1.7-2.5	35-40	Power Plate Ejercicios dinámicos y estáticos 3x6.(30-60'')(r:5-60'') (9-18')	-	5w 3s/w	Fuerza isométrica Fuerza dinámica CMJ <i>Start action</i> <i>Sprint 30m</i>	No #
Fagnani et al(2006)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1. VG 2. CG	26 ♀ deportistas competición (21-27)	4	35	NEMES LCB Apoyo unipodal y bipodal. 6-8 seriesx15-60''(r:30-60'')	-	8w 3s/w	Prensa piernas isocinético Pico de Fuerza (PF) Trabajo total (TW) CMJ (cm) Flexibilidad: <i>Sit and reach test</i>	Test de potencia: PF:VG ↑* 9.56%, GC ↑ 2% TW: VG ↑* 11.24%, CG ↑ 2.05% Test de Resistencia: PF: VG ↑* 12.7%, GC ↑ 2.54% TW: VG ↑* 10.92%, GC ↑ 3.4% VG:↑* 9.62% CG:↑3.3 % VG:↑* 15.31% CG:↑6.47 %
Annino et al. (2007)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1. VG 2. CG	22 ♀ bailarinas competición (21.25 ± 1.5)	5 cm?	30	Nemes LC Semi-squat estático (110°) 5x40''(r:60'')	-	8w 3s/w	CMJ Potencia y velocidad prensa piernas	VG:↑* 6.74% CG:↓1.04% VG: ↑* CG: no #

VG_ Grupo vibración; CG_ grupo control; w_semanas; s_ sesión; ↑_ aumento; ↑*_ aumento significativo (p<0,05); r_ descanso, #_ diferencias

Anexo 3. Efectos a largo término: Grupo que realiza un EV comparado con grupo que hace ejercicios similares sin vibración

Autor y año	Tipo de estudio	Sujetos (edad)	Intervenciones			CG	Duración y frecuencia semanal	Cambios en el rendimiento	
			Grupo Vibración (VG)	amp (mm)	freq (Hz)			Ejercicio	Test de rendimiento
Schlumberger et al. (2001)	Ensayo controlado 2 grupos: 1. VG: Una pierna 2. CG: La otra pierna	3♀ y 7♂ estudiantes Educación Física (25.4)	6	25	Squat unilateral 4 x 8–12RM	Ídem sin vibración	6 w 3s/w	Fuerza isométrica máxima	VG: ↑ 6.5% CG: ↑ 6.2 %
Becerra & Becker (2001)	Ensayo controlado 4 grupos: 1. VG1: Vibración+movimiento hombro (180°/s) 2. CG1: Ídem VG1 sin vibración 3. VG2: Vibración+movimiento hombro (30°/s) 4. CG2: Ídem VG2 sin vibración	23 ♂ nadadores (17-21)	4	20-24	Cables vibratorios VG1: : ↑ 2 series por w x 2' (r: 2'), 50-60% FMI VG2: 10-14x30" (r: 90"), 90-95% FMI.	Ídem sin vibración	7w 3s/w	Fuerza máxima, fuerza explosiva, 50, 100, 200, 400 y 800m	Resultados confusos
De Ruiter (2003)	Ensayo controlado 2 grupos: 1.VG 2.CG	8♀ y 12♂ estudiantes físicamente activos (19-20)	8	30	Postura estática, 110° flexión rodilla. Progresión 5-8 x 1' (r:1')	Ídem sin vibración	11w 3s/w 5-8'/s	Contracción voluntaria máxima Salto vertical	Sin cambios
Ronnestad (2004)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1. VG: Vibración +	16 ♂ Entrenados en fuerza amateur	4	40	Nemes-LC Squat dinámico Progresión 3x10 a 4x6 RM	Ídem sin vibración	5w 2-3 s/w	1RM squat	VG: ↑* 32.4% CG: ↑* 24.2% No # entre grupos

	squat 2. CG: squat	(21–40)							CMJ	VG: ↑* 9.1% CG: ↑ 4.2% No # entre grupos
Cochrane et al. (2004)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1. VG 2. CG	8♀ y 16♂ estudiantes físicamente activos (23.9 ± 5.9)	11	26	Galileo 2000 Estático 5x2' (r:40")	Ídem sin vibración	5 días entreno, 2 días descanso y cuatro días entreno		CMJ SJ Sprint (5, 10, 20m) Agilidad (AG, UAB)	VG: ↑ 3.85% CG: ↓ 3.33%) VG: ↑ 4.35% CG: ↓ 7.69% No # No #
Kvorning et al. (2006)	Ensayo controlado aleatorio 3 grupos: 1.VG1Squat con carga+vibración 2. VG2: Squat sin carga+vibración 3.CG: Squat con carga	28 ♂ moderadamente activos (23.3 ± 1)	4	20-25	Galileo 2000 VG1: Squat 6x8 (r:2'). Progresión 10RM-8RM	Ídem VG1 sin vibración	9w ½ -3 s/w		Fuerza máxima isométrica, extensores rodilla CMJ	VG1: ↑*9.34% VG2: No # CG:↑* 12.07% No # entre grupos VG1: No # VG2: No # CG: ↑*7.8%
Mahieu et. al (2006)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1. VG 2. CG	14♀ y 19♂ esquiadores elite (12.36±1.71)	2-4	24-28	Fitvive; N.V. Progresión: 2-4 series x 3-4 ex. (30-100") (r:60")	Ídem sin vibración	6w 3s/w		Fuerza isocinética extremidad inferior Fuerza explosiva (<i>high box test</i>)	VG and CG ↑* fuerza tobillo y rodilla; ↑* VG fuerza explosiva respecto CG VG:↑* 25.28% CG:↑*10.93% VG >*CG

								Control Postural (Balance Master)	No # entre grupos
Cronin (2004)	Ensayo controlado aleatorio 1. VG 2. CG1: Ídem VG sin vibración 3. CG2: Grupo pasivo	15 ♀ bailarinas experimentadas (16-24)	5.2	26	Galileo 2000 Squat Unilateral y bilateral 5 x 90-120" (r:40")	GC1 Ídem sin vibración ; GC2:pasivo	10s	CMJ <i>Drop jump</i>	VG:↑2.7% CG1: ↑1.3% CG2: ↓0.4 VG:↑3.9% CG1: ↓4.8% CG2: ↓2.1
Berschin (2003)	Ensayo controlado 2 grupos: 1. VG: Vibración + squat 2. CG: squat	24 ♂ jugadores de rugby profesionales	3	20	Galileo 2000 Squats y saltos :5x3'(r: 2-3); 20-70% RM	Squats 5 x 12 70% RM (r:2')	12 w 3s/w	CMJ: GV <i>Shuttle run, 30m sprint</i> Fuerza máxima piernas	VG ↑* (P < 0.01) VG ↑*(P < 0.05) No #
Sands et al. (2006)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1.VG 2.CG	10 ♂ gimnastas entrenados(10.1 ±1.5)	2	30	U.S. Olympic Committee Dos posiciones de estiramiento: (<i>split y lunge</i>) 4': 1' x cada pierna (10" estiramiento+5"r) + vibraciones	Ídem sin vibración	4w 5s/w	Flexibilidad (<i>Split test</i>)	VG ↑* en la amplitud de movimiento de pierna derecha

Van den Tillaar (2006)	Ensayo controlado aleatorio 2 grupos: 1.VG 2.CG	12♀ y 7♂ estudiantes físicamente activos (21.5 ± 2.0)	10	28	Nemes Bosco 3 series cada pierna: (5" isométrico + 30" estiramiento estático)+estático squat sin vibración (6x30")	Ídem sin vibración	4w 3s/w	Flexibilidad (amplitud de movimiento isquiotibiales)	VG:↑* 26.8° CG:↑* 12.4° VG >*CG
-------------------------------	--	--	----	----	---	--------------------	------------	--	---------------------------------------

VG_ Grupo vibración; CG_ grupo control; w_ semanas; s_ sesión; ↑_ aumento; ↑*_aumento significativo (p<0,05); r_ descanso, #_ diferencias