

ENTRENAMIENTO VIBRATORIO APLICADO EN DEPORTISTAS: HECHOS Y POSIBILIDADES

Dr. Javier Fernández-Río
javier.rio@uniovi.es

Dr. Nicolás Terrados
nterrados@ayto-aviles.es

Dr. Antonio Méndez Giménez
mendezantonio@uniovi.e
Universidad de Oviedo

RESÚMEN: La aplicación de estimulación vibratoria al cuerpo humano para mejorar su rendimiento ha ido incrementando su popularidad en los últimos 15 años. Se ha usado con diferentes objetivos y sobre una gran variedad de sujetos, pero cuando se ha aplicado a deportistas los resultados ha sido ambiguos. Este artículo realiza una revisión profunda de todos los estudios publicados sobre este tipo de sujetos. Las investigaciones sobre los efectos agudos muestran resultados contradictorios, pero sí parecen contribuir a preparar mejor los músculos. Los estudios sobre los efectos a largo plazo indican que el entrenamiento vibratorio no tiene efectos significativos sobre parámetros como la fuerza o la velocidad de deportistas que ya tienen desarrolladas estas capacidades. Sí parece ayudar de manera significativa a la mejora de la flexibilidad.

PALABRAS CLAVE: Vibración, deporte, rendimiento.

VIBRATION TRAINING APPLIED TO ATHLETES. FACTS AND POSSIBILITIES

ABSTRACT: Applying vibratory stimulation to humans to enhance their capacities has been increasing its popularity over the last 15 years. This type of training has been used with different goals and over a variety of subjects. Nevertheless, when it has been applied to athletes the results have been ambiguous. This article presents a deep review of all the studies published on this topic. Research on acute effects shows contradictory results, but it seems to help prepare the athletes' muscles. Research on long-term effects indicates that vibration training has no significant effects on the strength or the speed of athletes that already follow a resistance training program. It does seem to help significantly in the development of flexibility.

KEY WORDS: Whole-body vibration, sport, performance.



1. INTRODUCCIÓN

Entrenadores y atletas de todos los deportes están constantemente demandando nuevas maneras de mejorar su rendimiento en el entrenamiento y en la competición. Existe una búsqueda permanente de métodos de trabajo novedosos (como pueden ser la estimulación neuromuscular o la prehabilitación) y de materiales (como las gomas elásticas o los paracaídas) que puedan ayudar a los deportistas a incrementar las capacidades físicas propias de una manera más efectiva y rápida. Se buscan, de manera especial, aquellas técnicas o aquella tecnología que implique un esfuerzo de menor cuantía o un tiempo de trabajo menor por parte de los deportistas junto a una mejora del rendimiento en competición.

En los últimos 15 años, ha habido un creciente interés en todo el mundo por una metodología de entrenamiento basada en la aplicación de vibración al cuerpo humano. Durante mucho tiempo se consideró que las vibraciones mecánicas desarrollaban efectos nocivos sobre el cuerpo humano. Lo sorprendente aparece cuando se trata de vibraciones mecánicas de baja amplitud y baja frecuencia, ya que las consecuencias parecen ser totalmente opuestas.

Bajo esta última perspectiva, los investigadores han centrado sus estudios en los efectos de las vibraciones mecánicas sobre tópicos muy diferentes: desde problemas relacionados con la salud de las personas como el dolor de espalda crónico¹, la osteoporosis y la densidad ósea² o el equilibrio³, hasta aspectos físicos o fisiológicos del rendimiento humano como el flujo sanguíneo⁴, la propiocepción⁵, la respuesta hormonal⁶, la fuerza y la velocidad⁷, la

¹ Rittweger J., Just, K., Kautzsch, K., Reeg, P., & Felsenberg, D: "Treatment of lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration. A randomized controlled trial", *Spine*, 27 (17), (2002), pp. 1829-1834.

² Verschueren, S.M., 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", *Journal of Bone and Mineral Research*, 19 (3), (2004), pp. 352- 359.

³ Runge, M. Rehfeld, G. & Resnick E: "Balance training and exercise in geriatric patients", *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 1, (2000), pp. 54-8.

⁴ Kersch-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V., & Imhof, H: "Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume", *Clinical Physiology*, 21 (3), (2001), pp. 377-382.

⁵ Priplata, A.A., Niemi, J.B., Harry, J.D., Lipsitz, L.A., & Collins, J.J: "Vibration insoles and balance control in elderly people", *Lancet*, 362, (2003), pp. 1123-1124.

⁶ Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A., & Viru, A: "Hormonal responses to whole-body vibration in men", *European Journal of Applied Physiology*, 81 (6), (2000), pp. 449-54.

⁷ Roelants, M., Delecluse, C.A., & Verschueren, S.M: "Whole body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women", *Journal of the American Geriatric Society*, 52 (6), (2004), pp. 901-908.

flexibilidad⁸ o la potencia muscular⁹. Más aún, una gran variedad de sujetos han sido usados para valorar los posibles efectos de la carga vibratoria sobre sus organismos: jóvenes, adultos saludables, individuos sedentarios, personas de la 3ª edad, sujetos que realizan actividad física diaria, incluso atletas de diferentes especialidades deportivas. Se podría decir que comienza a existir un cuerpo de conocimiento amplio sobre esta temática. Por lo tanto, mucha gente comienza a preguntarse por la base científica que subyace en este tipo de trabajo.

2. VIBRACIONES MECÁNICAS. CÓMO Y PORQUÉ

La vibración es un simple estímulo de naturaleza mecánica. Éste produce un movimiento continuo y oscilatorio que actúa sobre diferentes receptores de los músculos estimulados. Esta oscilación se define en términos de frecuencia y de amplitud. La frecuencia se describe a través de ciclos por minuto y se mide en hercios. La amplitud es la diferencia media entre el valor máximo y mínimo de la oscilación periódica y se mide en milímetros.

La vibración produce una perturbación del campo gravitatorio durante el tiempo que tiene lugar dicha estimulación, que hace que se potencie el efecto que ésta tiene sobre los músculos sobre los que ha intervenido. Diferentes estudios han planteado la posibilidad de que la estimulación vibratoria, a través de ejercicios y máquinas específicas, puede incrementar la carga gravitatoria que se impone sobre los músculos hasta 14g, con todas las ventajas que de ello se pueden derivar¹⁰.

Llegados a este punto, y viendo las posibles ventajas de este método de entrenamiento, uno se puede plantear: ¿cómo se puede aplicar vibración a una persona para producir los efectos descritos? La respuesta es que existen dos posibilidades:

a) directamente al cuerpo o al tendón del músculo que se pretende estimular a través de un terminal de aplicación de vibraciones.

⁸ Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Russell, E.M., & Jemni, M: "Effect of vibration on forward split flexibility and plain perception in young male gymnasts", *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3, (2008), pp. 469-481.

⁹ Russo, C.R., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Guralnik, J.M., & Ferrucci, L: "High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women", *Archives of Physiological and Medical Rehabilitation*, 84 (12), (2003), pp. 1854-1857.

¹⁰ Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A., & Viru, A: "Hormonal responses to whole-body vibration in men", *European Journal of Applied Physiology*, 81 (6), (2000), pp. 449-54; Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Jarvinen, T.A., Pasanen, M., Kontulainen, S., Jarvinen, T.L., Jarvinen, M., Oja, P., & Vuori, I: "Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (9), (2002), pp. 1523-1528.



b) indirectamente a través de un aparato de vibración (plataforma o mancuerna) que transmite la vibración a través de una parte específica del cuerpo de la persona (brazos, piernas o torso) al músculo que se pretende estimular.

Al segundo método se le denomina vibraciones de cuerpo entero (en inglés: Whole-Body Vibration¹¹) y es la técnica usada mayoritariamente en gimnasios, centros de fitness y wellness o clínicas por deportistas y personas en general. De este método existen varias versiones comercializadas de máquinas de vibración especialmente diseñadas para este tipo de entrenamiento.

Fisiológicamente, la estimulación vibratoria parece influir sobre el reflejo tónico del músculo, provocando una activación del huso muscular y una señal EMG del músculo estimulado muy aumentada¹². Debemos recordar que el entrenamiento intenso realizado con pesas trata de reclutar el número máximo de unidades motoras de los músculos involucrados en los ejercicios realizados, pero desgraciadamente existen varias influencias inhibitorias que impiden que todas las fibras musculares se puedan llegar a contraer para producir fuerza. De esta manera se ha llegado a plantear que el entrenamiento basado en estímulos vibratorios puede mejorar el rendimiento neuromuscular a través de un aumento en el reclutamiento, la sincronización, la coordinación inter e intra-muscular y las respuestas de los propioceptores¹³. Basándonos en esta idea, las ventajas podrían ser significativas e importantes.

Desgraciadamente, los mecanismos que explican los efectos producidos por la estimulación vibratoria sobre el sistema neuromuscular no son claramente conocidos. Diferentes investigadores han sugerido factores de tipo hormonal¹⁴ o neuromuscular¹⁵ para explicar las adaptaciones y las mejoras registradas en los sujetos sometidos a estimulación vibratoria. Los primeros consideran que hay unos cambios en las concentraciones plasmáticas de testosterona, hormona del crecimiento y cortisol. Los últimos han ampliado a 3 los mecanismos que podrían explicar este incremento en el rendimiento neuromuscular: el reflejo tónico muscular, las estrategias de control postural y el afinamiento muscular. Se considera que estos mecanismos no son excluyentes entre sí, por lo que podría haber una

¹¹ Whole-Body Vibration; a partir de ahora WBV

¹² Bosco, C., Cardinale, M., & Tsarpela, O.: "Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexors muscles", *European Journal of Applied Physiology*, 79, (1999), pp. 306-311.

¹³ Cardinale, M. & Lim, J.: "Electromyography activity of Vastus Lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (3), (2003), pp. 621-624.

¹⁴ Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., Viru, M., De Lorenzo, A., & Viru, A.: "Hormonal responses to whole-body vibration in men", *European Journal of Applied Physiology*, 81 (6), (2000), pp. 449-54.

¹⁵ Abercromby, A.F.J., Amonette, W.E., Layne, C.S., Mcfarlin, B.K., Hinman, M.R., & Paloski, W.H.: "Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (9), (2007), pp.1642-1650.

acción combinada de varios de ellos. Recientemente, algunos autores¹⁶ han descrito que una aplicación aguda de vibración sobre un músculo activado produce una potenciación del mismo posterior a su activación. Es decir, la estimulación vibratoria proporciona una activación extra al músculo del sujeto estimulado. Sin embargo, otros¹⁷ consideran que esta estimulación extra se produce a través de una respuesta miogénica y no neural, excluyendo el reflejo tónico. Tal y como describe una reciente revisión¹⁸: "mientras la literatura apoya la idea de que la exposición a un ejercicio vibratorio es seguida de una mejora aguda del reflejo, los detalles exactos y los mecanismos de esta mejora todavía están sin determinar".

Como hemos señalado en el apartado anterior, el uso del entrenamiento vibratorio ha proporcionado resultados interesantes en contextos muy diferentes. Diferentes investigadores han demostrado que puede tener efectos positivos en sujetos no-deportistas de diferente edad, sexo y condición física¹⁹, pero cuando el entrenamiento vibratorio ha sido usado en deportistas, los resultados obtenidos no han sido tan claros. En los últimos años se han publicado varios artículos de revisión sobre el entrenamiento vibratorio con puntos de vista contradictorios: por un lado, dos grupos de investigadores²⁰ consideran que no produce efectos adicionales o que éstos tan sólo son menores; mientras que, por otro lado, otros investigadores²¹ creen que sí tiene el potencial de inducir efectos positivos. Incluso algunos de ellos²² han mostrado sus dudas de que la estimulación vibratoria sea efectiva para incrementar la activación muscular a través del reflejo tónico muscular. Consideran que se ha comprobado que este reflejo es activado por estimulaciones de alta frecuencia aplicadas directamente sobre el tendón durante un breve período de tiempo; sin embargo la estimulación vibratoria de cuerpo completo (WBV) suele ser aplicada durante un tiempo largo y de manera

¹⁶ Hamilton, A.: "Whole-body vibration and post-activation potentiation", *Peak Performance*, 281, (2009), pp. 11-13.

¹⁷ Cochrane, D.J., Stannard, S.R., Firth, E.C., & Rittweger, J.: "Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation", *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), pp. 311-319.

¹⁸ Rittweger, J.: "Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be", *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), p. 882.

¹⁹ Constantino, C., Pogliacomì, F., & Soncini, G.: "Effect of the vibration board on the strength of ankle dorsal and plantar flexor muscles: a preliminary randomized controlled study", *Acta Biomedica*, 77, (2006), pp. 10-16; Manonelles, P., Giménez, L., Álvarez, J., & García, B.: "Efecto de las vibraciones mecánicas en el entrenamiento de fuerza", *Apunts. Educación Física y Deportes*, 87, (2007), pp. 73-80.

²⁰ Nordlund, N.M. & Thorstensson, A.: "Strength training effects of whole-body vibration?" *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17 (1), (2007), pp. 12-17; Rhen, B., Lidström, J., Skoglund, J., & Lindström, B.: "Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review", *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17 (1), (2007), pp. 2-11.

²¹ Issurin, V.B.: "Vibrations and their applications in sport. A review", *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45 (3), (2005), pp. 324-336; Jordan, M.J., Norris, S.R., Smith, D.J., & Herzog, W.: "Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), (2005), pp. 459-466.

²² Nordlund, N.M. & Thorstensson, A.: "Strength training effects of whole-body vibration?" *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17 (1), (2007), pp. 12-17.



inespecífica a los pies de los sujetos. Algunos van más allá²³ y consideran que es improbable que el ejercicio vibratorio, por sí solo, pueda ayudar a los deportistas a mejorar su rendimiento y consideran que se trata de un buen complemento a otros tipos de entrenamiento o un buen mecanismo de activación muscular durante la fase de calentamiento. Por ello hemos creído necesario hacer una revisión de las investigaciones publicadas en los últimos años sobre la aplicación del entrenamiento vibratorio exclusivamente sobre deportistas para conocer sus verdaderas posibilidades de utilización en el mundo del deporte.

3. MÉTODO

Los autores de este artículo llevaron a cabo una revisión sistemática de toda la literatura científica existente en torno al uso de vibraciones mecánicas para el entrenamiento de deportistas. Para ello usaron las siguientes bases de datos: Medline, Sportdiscus, EBSCO, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar. La búsqueda se llevó a cabo usando los siguientes descriptores: “vibration training” y “whole-body vibration”. Así mismo, se revisaron todas las publicaciones editadas en castellano dedicadas a la temática de la actividad física y el deporte, usando para la búsqueda los términos: “entrenamiento con vibraciones” y “vibraciones mecánicas”. Por último, las referencias de todos los estudios encontrados fueron examinadas en busca de nuevos documentos relevantes para esta revisión.

De toda la información encontrada, sólo los artículos en los que los sujetos participantes en la investigación eran deportistas involucrados en competición activa en el momento de la investigación fueron considerados para su análisis. Por este motivo fueron excluidos diferentes estudios cuyos sujetos eran estudiantes universitarios de educación física o sujetos saludables que entrenaban diaria o semanalmente. Recordamos que el objetivo de este trabajo era considerar los efectos del entrenamiento vibratorio exclusivamente sobre deportistas en activo que estuvieran participando en competiciones oficiales en el momento de la intervención.

A diferencia de otras revisiones anteriores²⁴ hemos decidido no excluir aquellos estudios con deportistas en los que no había grupo control en el diseño experimental de la investigación. La idea es presentar al lector todo lo realizado

²³ Cardinale, M. & Erskine, J.A: “Vibration training in elite sport: Effective training solution or just another fad?” *International Journal of Sports physiology and Performance*, 3, (2008), pp. 232-239.

²⁴ Cardinale, M. & Erskine, J.A: “Vibration training in elite sport: Effective training solution or just another fad?” *International Journal of Sports physiology and Performance*, 3, (2008), pp. 232-239; Rittweger, J: “Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be”, *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), pp. 877-904; Wilcock, I.M., Whatman, C., Harris, N., & Keogh, J.W.L: “Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes?”, *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (2), (2009), pp. 593-603.

hasta la fecha sobre entrenamiento vibratorio en sujetos deportistas que estuvieran en competiciones activas; exponiendo, en cada caso, las condiciones fundamentales de la investigación.

Los resultados finales de la búsqueda han quedado reflejados en las tablas que acompañan al presente artículo. Para una mejor comprensión y un exhaustivo análisis de los artículos, las investigaciones seleccionadas fueron divididas sólo en función de la duración de la estimulación vibratoria. Por un lado se agrupó los estudios que han intentado valorar los efectos agudos de la aplicación de entrenamiento vibratorio (tablas 1 y 2), y por otro lado se agruparon las investigaciones que han intentado medir los efectos de varias semanas de entrenamiento vibratorio (tablas 3 y 4).

También es importante aclarar que dentro de cada tabla se han vuelto a agrupar aquellas investigaciones que carecen de grupo control en su diseño experimental (para diferenciarlas del resto aparecen señaladas en gris) y aquellas que sí lo tienen.

4. LA APLICACIÓN DE ENTRENAMIENTO VIBRATORIO EN DEPORTISTAS

El presente artículo está basado en una revisión en profundidad de las investigaciones más relevantes publicadas (incluso en este mismo año 2010), pero, desgraciadamente, no ha revelado una idea clara y consistente en torno al uso de vibraciones mecánicas para mejorar el rendimiento en deportistas. Al contrario, tal y como plantean algunos autores²⁵, los posibles efectos positivos del entrenamiento vibratorio parecen depender de las características de la vibración (amplitud y frecuencia) y de los protocolos de ejercicio que se usen (tipo de entrenamiento, intensidad, volumen) con respecto a los sujetos utilizados; en el caso que ocupa a la presente revisión: deportistas que participan en competiciones oficiales. Antes de pasar a analizar con más detalle los datos obtenidos en los diferentes estudios, creemos importante señalar algunas consideraciones generales que se han podido extraer:

- a) Hemos detectado un mayor número de investigaciones realizadas sobre los efectos agudos de la aplicación de vibración en deportistas (16), que sobre los efectos a medio y largo plazo (10). Evidentemente es mucho más sencillo llevar a cabo el primer tipo de proyectos de investigación que el segundo tipo; de ahí la diferencia en el número de proyectos publicados.

²⁵ Luo, J., McNamara, B., & Moran, K: “The use of vibration training to enhance muscle strength and power”, *Sports Medicine*, 35, (2005), pp. 23-41.



- b) En investigaciones distintas sobre deportistas de disciplinas diferentes se han obtenido resultados opuestos en una misma capacidad (salto vertical); unos han encontrado mejoras significativas, mientras que otros no lo han hecho.
- c) En varias investigaciones diferentes se han producido resultados positivos significativos en algunas capacidades y no-significativos en otras dentro del mismo estudio; incluso esta circunstancia se ha producido entre capacidades físicas altamente relacionadas entre sí (por ejemplo: fuerza explosiva de piernas y potencia de piernas).
- d) Tanto en mujeres deportistas como en varones deportistas se han encontrado mejoras significativas y no significativas tras la aplicación de vibraciones en diferentes parámetros estudiados.
- e) Se han publicado investigaciones realizadas tanto con un número de sujetos elevado ($N \geq 20$), como limitado ($N \leq 10$) que en ambos casos han obtenido efectos significativos y no significativos de la aplicación de entrenamiento vibratorio.
- f) Sí que hay una variable en la que sólo se han obtenido resultados positivos significativos, incluso en sujetos de diferentes deportes: la flexibilidad.
- g) Destacar la gran variedad de modalidades deportivas en las que se ha valorado la aplicación de programas de entrenamiento vibratorio. Deportes de equipo como el baloncesto, el voleibol, el rugby, el fútbol, el hockey, el balonmano, el lacrosse, el beisbol o el softbol. Deportes individuales como el esquí, el atletismo, la gimnasia, el skeleton, la escalada. Deportes de lucha como el boxeo, la lucha y el judo, o modalidades de grupo de deportes individuales como la natación sincronizada. Incluso actividades que se podrían considerar como pseudo-deportivas, la danza, ha sido empleadas para estudiar los efectos del entrenamiento vibratorio.

Además queremos señalar que aunque en las tablas aparecen todas las investigaciones realizadas sobre entrenamiento vibratorio en deportistas, a la hora de comparar y analizar los datos para intentar extrapolar algunas ideas sólo se han tenido en cuenta aquellas investigaciones que sí presentaban un grupo control y por lo tanto tenían un diseño experimental fuerte. A continuación, vamos a ver, con un poco más de profundidad, por un lado los estudios que han valorado los efectos agudos, y por otro los que han medido resultados a medio y largo plazo.

5. INVESTIGACIONES QUE HAN VALORADO EFECTOS AGUDOS DE LA VIBRACIÓN

Como ya hemos señalado, la primera conclusión que ha revelado el análisis de los datos encontrados es que los resultados se muestran claramente contradictorios, no sólo entre investigaciones, sino incluso dentro de una misma investigación. Tal y como reflejan las tablas 1 y 2, existen diferentes estudios que muestran las bondades del empleo de vibración para mejorar diferentes parámetros físicos (potencia de piernas, fuerza de reacción de piernas), pero también otros que no han obtenido mejoras significativas usando entrenamientos vibratorios (fuerza de agarre, fuerza explosiva de piernas, velocidad).

Tan sólo en una de las variables estudiadas, la flexibilidad, no ha habido resultados contradictorios. Más aún, diferentes autores y en diferentes estudios, todos ellos con grupo control en su diseño experimental, han encontrado mejoras agudas significativas en la flexibilidad de deportistas de diferentes especialidades: jugadoras de hockey²⁶, varones gimnastas²⁷ y mujeres gimnastas²⁸. La única excepción la constituye una investigación llevada a cabo en mujeres de natación sincronizada²⁹ que reflejaba incrementos no significativos en la flexibilidad activa de piernas, pero esta investigación carecía de grupo control.

Tres estudios han mostrado resultados positivos significativos tras la aplicación de entrenamiento vibratorio: en un grupo de varones gimnastas se encontraron mejoras en la flexibilidad³⁰, en un grupo de jugadores de balonmano se encontró que prevenía la disminución de la capacidad de salto, mejorando la respuesta muscular³¹ y en un grupo de deportistas universitarios (sin clarificar su especialidad) se encontraron mejoras en la potencia de piernas³².

²⁶ Cochrane, D.J. & Stannard, S.R: "Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players", *British Journal of Sports Medicine*, 39 (11), (2005), pp. 860-865.

²⁷ Sands, W., McNeal, J., Stone, M., Russell, E., & Jemni, M: "Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (4), (2006), pp.720-725.

²⁸ Kinser, A.M., Ramsey, M.W., O'Bryant, H.S., Ayres, C.A., Sands, W.A., & Stone, M.H: "Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40 (1), (2008), pp. 133-140.

²⁹ Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Russell, E.M., & Jemni, M: "Effect of vibration on forward split flexibility and plain perception in young male gymnasts", *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3, (2008), pp. 469-481.

³⁰ Sands, W., McNeal, J., Stone, M., Russell, E., & Jemni, M: "Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (4), (2006), pp.720-725.

³¹ Viru, M., Kaibald, L., Jaakson, H., & Kandimaa, T: "Whole body vibration as a part of a training session of speed and power athletes", *Acta Academiae Olympicae Estoniae*, 15(1-2), (2007), pp. 86-89.

³² Rhea, M. & Kenn, J.G: "The effect of acute applications of whole-body vibration on the i-tonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat", *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (1), (2009), pp. 53-61.



Por otro lado, también 3 estudios han encontrado resultados positivos no significativos tras una sesión de vibración: en un grupo de varones y mujeres escaladoras no se encontraron mejoras significativas en la fuerza y la potencia de brazos³³ y en dos grupos distintos de deportistas varones y mujeres de skeleton no se encontraron mejoras significativas en la velocidad, el salto vertical, la aceleración y el empuje³⁴.

Es muy sorprendente como en una misma capacidad, el salto vertical, se obtienen resultados opuestos en dos investigaciones distintas. Mientras en una muestra de 21 jugadores de balonmano se encontraban mejoras significativas tras una aplicación de vibración³⁵, en una muestra de hombres y mujeres competidores de skeleton no se encontraban mejoras significativas³⁶. En ambos casos la frecuencia del estímulo vibratorio era el mismo (30 Hz), pero la amplitud era mayor en el segundo estudio (1.5 mm frente a 4 mm). Los dos estudios comparaban un mismo instrumento de evaluación (CMJ), pero se diferenciaban en otros (Drop-jump en el primer caso y SJ y 30-m sprint en el segundo).

Para añadir un elemento más a la confusión creada por los resultados de las diferentes investigaciones, 3 estudios han obtenido, en la misma investigación, mejoras significativas en algunas variables y no significativas en otras. En una muestra de jugadoras de hockey se encontraron mejoras significativas en el salto vertical y en la flexibilidad y no significativas en la fuerza de agarre³⁷. En una muestra de varones gimnastas se encontraron efectos positivos significativos en la flexibilidad y no significativos en la fuerza explosiva³⁸. En estos dos estudios se podría decir que la estimulación vibratoria no mejoró la respuesta de los parámetros más difícilmente mejorables en los deportistas seleccionados (fuerza de brazos en jugadoras de hockey y fuerza explosiva de piernas en gimnastas), al estar estas capacidades altamente desarrolladas en ellos. Finalmente, en una muestra de varones velocistas se señala una mejora

³³ Cochrane, D.J. & Hawke, E.J.: "Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), (2007), pp. 527-531.

³⁴ Bullock, N., Martin, D.T., Ross, A., Rosemond, C.D., Jordan, M.J., & Marino, F.E.: "Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes", *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22 (4), (2008), pp. 1371-1374; Bullock, N., Martin, D.T., Ross, A., Rosemond, C.D., Jordan, M.J., & Marino, F.E.: "An acute bout of whole-body vibration on skeleton start and 30-m sprint performance", *European Journal of Sport Science*, 9 (1), (2009), pp. 35-39.

³⁵ Viru, M., Kaibald, L., Jaakson, H., & Kandimaa, T.: "Whole body vibration as a part of a training session of speed and power athletes", *Acta Academiae Olympicae Estoniae*, 15(1-2), (2007), pp. 86-89.

³⁶ Bullock, N., Martin, D.T., Ross, A., Rosemond, C.D., Jordan, M.J., & Marino, F.E.: "Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes", *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22 (4), (2008), pp. 1371-1374.

³⁷ Cochrane, D.J. & Stannard, S.R.: "Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players", *British Journal of Sports Medicine*, 39 (11), (2005), pp. 860-865.

³⁸ Kinser, A.M., Ramsey, M.W., O'Bryant, H.S., Ayres, C.A., Sands, W.A., & Stone, M.H.: "Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40 (1), (2008), pp. 133-140.

significativa en la fuerza de reacción, pero no significativa en la velocidad sobre 30 metros³⁹.

Respecto a la variable "potencia de brazos", los estudios con grupo control como el realizado sobre jugadoras de hockey⁴⁰ o el realizado sobre hombres y mujeres escaladoras⁴¹ no registraron incrementos significativos de variables de fuerza relacionadas con los brazos (fuerza, potencia y fuerza de agarre). Nuevamente se podría decir que la estimulación vibratoria no mejoró la respuesta de los parámetros más difícilmente mejorables en los deportistas seleccionados (potencia de brazos en jugadoras de hockey y en escaladores), al estar estas capacidades altamente desarrolladas en los sujetos. Sin embargo, los estudios sobre boxeadores⁴² y sobre deportistas varones de varias disciplinas⁴³ reflejan incrementos significativos en la potencia de brazos. En este caso, el elemento diferenciador es que estas dos últimas investigaciones carecían de grupo control, por lo que hay que poner sus resultados en "cuarentena".

Analizando con cierta perspectiva todos los estudios que han mostrado diferencias significativas y no significativas agudas tras la aplicación de una sesión de vibración, y tomando en consideración sólo aquellas investigaciones que incluían un grupo control en el diseño experimental, encontramos que en todas ellas había sujetos con medias de edad bajas (en torno a 11 años) y óptimas para deportistas (en torno a 22 años), las máquinas de vibración empleadas eran similares (Galileo, Nemes o equipos especialmente diseñados), la frecuencia y la amplitud del estímulo vibratorio eran similares (en torno a 30 Hz y 4 mm respectivamente), y los test utilizados para medir la posible modificación de las variables a estudio eran también similares: CMJ (Counter-Movement Jump), SJ (Squat Jump) y sprint de 30 metros.

Podríamos resumir que con sujetos a estudio de similares características, con protocolos de trabajo vibratorio parecidos, con máquinas similares de aplicación de la estimulación vibratoria y con tests análogos de medición de resultados nos encontramos después de la aplicación aguda de vibración con valores finales absolutamente contradictorios.

³⁹ Roberts, B., Hunter, I., Hopkins, T., & Feland, B.: "The short-term effect of whole body vibration training on sprint start performance in collegiate athletes", *International Journal of Exercise Science*, 2 (4), (2009), pp. 264-268.

⁴⁰ Cochrane, D.J. & Stannard, S.R.: "Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players", *British Journal of Sports Medicine*, 39 (11), (2005), pp. 860-865.

⁴¹ Cochrane, D.J. & Hawke, E.J.: "Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), (2007), pp. 527-531.

⁴² Bosco, C., Cardinale, M., & Tsarpela, O.: "Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexors muscles", *European Journal of Applied Physiology*, 79, (1999), pp. 306-311.

⁴³ Issurin, V.B. & Tennenbaum, G.: "Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes", *Journal of Sports Sciences*, 17, (1999), pp. 177-182.



6. INVESTIGACIONES QUE HAN VALORADO EFECTOS DE MEDIA Y LARGA DURACIÓN DE LA VIBRACIÓN

Al igual que hemos señalado en el apartado anterior, la primera conclusión que se puede extraer del análisis general de los datos encontrados en la aplicación de entrenamiento vibratorio durante varias semanas en deportistas es que los resultados se muestran claramente contradictorios. Además, tal y como ocurría en los estudios sobre los efectos agudos, esta circunstancia se produce entre diferentes investigaciones y en una misma investigación con diferentes parámetros. Las tablas 3 y 4 reflejan la existencia de varias investigaciones que demuestran las bondades del empleo de vibración para mejorar diferentes parámetros físicos después de varias semanas de aplicación (fuerza de piernas, salto), pero también otras que no han obtenido mejoras significativas (fuerza y potencia de piernas, fuerza de los músculos rotadores del hombro). Más aún, dos investigaciones muestran mejoras significativas y no significativas sobre una misma capacidad física: flexibilidad⁴⁴ y fuerza⁴⁵.

Cuatro estudios han encontrado mejoras significativas tras la aplicación de un entrenamiento vibratorio de media y larga duración: sobre un grupo de mujeres deportistas de varias modalidades (baloncesto, voleibol, atletismo y gimnasia) se encontraron mejoras en la fuerza de piernas, en el salto vertical y en la flexibilidad tras 8 semanas de trabajo vibratorio⁴⁶, sobre un grupo de chicas y chicos esquiadores se encontraron mejoras en la fuerza explosiva de piernas y en la flexión plantar de tobillos tras 6 semanas de entrenamiento vibratorio⁴⁷ y sobre un grupo de bailarinas (que se pueden considerar deportistas) se encontraron mejoras en la fuerza y en la potencia de piernas tras una intervención de 8 semanas de trabajo vibratorio⁴⁸.

Por el contrario, otros 4 estudios no encontraron mejoras significativas posteriores a la aplicación de vibración durante varias semanas: sobre un grupo de jugadores de rugby no se encontró mejoras significativas en la fuerza o la potencia de piernas, ni en la reactividad o la velocidad tras 6 semanas de trabajo vibra-

⁴⁴ Sands, W., McNeal, J., Stone, M., Russell, E., & Jemni, M: "Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (4), (2006), pp. 720-725.

⁴⁵ Colson, S.S., Pensini, M., Espinosa, J., Garrandes, F., & Legros, P: "Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (4), (2010), pp. 999-1006.

⁴⁶ Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F., & Di Salvo, V: "The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes", *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85 (12), (2006), pp. 956-962.

⁴⁷ Mahieu, N.N., Witvrouw, E., Van De Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V., & Van Den Broecke, W: "Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training", *Journal of Athletic Training*, 41 (3), (2006), pp. 286-293.

⁴⁸ Annino, G., Padua, E., Castagna, C., Di Salvo, W., Minichella, S., Tarpela, O., Manzi, V., & D'Ottavio, S: "Effect of whole-body vibration training on coger limb performance in selected high-level ballet students", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), (2007), pp. 1072-1076.

torio⁴⁹, en un grupo de mujeres y hombres velocistas no se encontraron mejoras significativas en la fuerza isométrica o dinámica de piernas, en el salto vertical o en la velocidad tras 5 semanas de entrenamiento vibratorio⁵⁰, en un grupo de jugadoras de fútbol, lacrosse y voleibol no encontraron mejoras significativas en la fuerza de los rotadores del hombro tras 5 y 10 semanas de entrenamiento vibratorio⁵¹ y, por último en un grupo de jugadoras de baloncesto tampoco se encontraron mejoras significativas en la fuerza y la potencia de piernas después de 14 semanas de un programa de trabajo vibratorio⁵².

Para añadir más confusión a todo el análisis, al igual que ocurría en los estudios sobre efectos agudos de la vibración, existen investigaciones en las que sobre una misma capacidad y un mismo grupo de sujetos se han encontrado resultados opuestos. Así, sobre un grupo de gimnastas varones después de un programa de entrenamiento vibratorio de 4 semanas se encontraron mejoras significativas en la flexibilidad de la pierna derecha, pero no significativas en la flexibilidad de la pierna izquierda⁵³. De igual manera, en un grupo de jugadores de baloncesto (varones y mujeres) tras un programa de entrenamiento vibratorio de 4 semanas se encontraron mejoras significativas en la fuerza isométrica de extensión de piernas y en la capacidad de salto medida a través del SJ, pero no significativas en esta misma capacidad medida a través del CMJ, el DJ y el test de 30 segundos o en la velocidad sobre 10 metros⁵⁴.

Si revisamos de manera conjunta todas las investigaciones realizadas sobre los efectos del entrenamiento vibratorio de varias semanas de duración, tanto las que han señalado mejoras significativas como las que no las han dado, (sin tener en cuenta aquellas que no incluían un grupo control en el diseño experimental), encontramos que tanto las del grupo que podíamos denominar como "significativo" como las del grupo "no significativo" incluye estudios con sujetos de medias de edad bajas (en torno a 10-13 años) y óptimas para deportistas (en torno a 22-24 años), la duración de los programas de entrenamiento son parecidas (entre 4 y 8 semanas), el número de sesiones semanales es análogo (entre

⁴⁹ Owen, G.J: *The influence of whole body vibration on knee extensor stiffness and functional performance*. Master's thesis, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand (2004).

⁵⁰ 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", *International Journal of Sports Medicine*, 26, (2005), pp. 662-668.

⁵¹ Hand, M.S., Verscheure, S., & Osterning, L: "A comparison of whole-body vibration and resistance training on total work in the rotator cuff", *Journal of Athletic Training*, 44 (4), (2009), pp. 469-474.

⁵² Fernández-Río, J., Terrados, N., Fernández-García, B., & Suman, O: "Effects of vibration training on force production in female basketball players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (5), (2010), pp. 1373-1380.

⁵³ Sands, W., McNeal, J., Stone, M., Russell, E., & Jemni, M: "Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (4), (2006), pp. 720-725.

⁵⁴ Colson, S.S., Pensini, M., Espinosa, J., Garrandes, F., & Legros, P: "Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (4), (2010), pp. 999-1006.



3-4 sesiones), la frecuencia y la amplitud del estímulo vibratorio eran similares (entre 30 y 40 Hz y entre 2-4 mm respectivamente), y los tests utilizados para medir la posible modificación de las variables a estudio eran también iguales (CMJ, tests isocinéticos y drop jump).

La única diferencia claramente visible entre un tipo y otro de estudios proviene del tipo de máquina vibratoria que se empleó en las diferentes investigaciones. Aquellas que encontraron mejoras significativas usaban máquinas Nemes o Fit-vibe, mientras que las que no hallaron incrementos significativos usaron máquinas Galileo 2000, Power Plate o Wave Pro. Tal y como plantean algunos autores⁵⁵: "Como uno podría esperar, no todos los sistemas trabajan igual de bien". Por lo tanto, los distintos tipos de máquinas de vibración usadas en las diferentes investigaciones podrían ser una de las causas de la disparidad de los resultados obtenidos.

No obstante, cuando uno repasa con detalle las características de los sujetos empleados por los distintos estudios y su tipo o carga de entrenamiento encontramos una gran diferencia que puede ser definitiva para poder entender los resultados finales de unos y otros. Aquellas investigaciones que encontraron aumentos significativos de la fuerza y de sus variantes tras la aplicación de un entrenamiento vibratorio específico⁵⁶ usaron sujetos que no realizaban ningún otro trabajo específico de fuerza. Por desgracia, algunos autores⁵⁷ no indican si sus sujetos realizaban trabajos adicionales de fuerza. Por el contrario, todas las investigaciones que no encontraron mejoras significativas de la fuerza ni de sus variantes tras el entrenamiento vibratorio⁵⁸ utilizaron sujetos que realizaban adicionalmente un trabajo específico de fuerza. Por lo tanto, se podría decir que la aplicación de vibraciones sobre sujetos que ya trabajan la fuerza mediante métodos tradicionales no proporciona ventajas adicionales.

⁵⁵ Rittweger, J: "Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be", *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), pp. 877-904.

⁵⁶ Annino, G., Padua, E., Castagna, C., Di Salvo, W., Minichella, S., Tsarpela, O., Manzi, V., & D'Ottavio, S: "Effect of whole-body vibration training on coger limb performance in selected high-level ballet students", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), (2007), pp. 1072-1076; Mahieu, N.N., Witvrouw, E., Van De Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V., & Van Den Broecke, W: "Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training", *Journal of Athletic Training*, 41 (3), (2006), pp. 286-293.

⁵⁷ Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi, F., & Di Salvo, V: "The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes", *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85 (12), (2006), pp. 956-962.

⁵⁸ Delecluse et al., 2005; Fernández-Río, 2010; Hand et al., 2009; Owen, G.J: *The influence of whole body vibration on knee extensor stiffness and functional performance*. Master's thesis, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand (2004).

Una investigación⁵⁹ por puede arrojar más luz sobre esta cuestión. En ella, los sujetos que participan en el estudio reaccionaron de manera diferente a la estimulación vibratoria de acuerdo a su nivel de fuerza. Así, sólo los sujetos considerados por los propios investigadores como "débiles" incrementaron significativamente su nivel de fuerza después de 4 semanas de entrenamiento vibratorio. Partiendo de esta idea, sólo aquellos deportistas que no tienen trabajada o desarrollada su fuerza podrían beneficiarse de manera significativa del entrenamiento con vibraciones mecánicas.

Así mismo, sólo hay dos estudios⁶⁰ que han valorado la incidencia del entrenamiento vibratorio sobre la velocidad (30-metros sprint). En ambos casos no se encontraron mejoras significativas en sujetos de diferentes modalidades deportivas (atletismo y rugby respectivamente). Hay autores⁶¹ que consideran que las posibles mejoras en la fuerza de los sujetos a través del entrenamiento vibratorio no se trasladan bien a la velocidad de carrera. Consideran que esta capacidad es una tarea más compleja que acciones simples como saltar o flexionar y es tirar la rodilla, y que por eso no puede ser mejorada en la misma medida con la aplicación de vibraciones.

7. REFLEXIONES FINALES

Hoy por hoy, las investigaciones sobre los efectos a medio y largo plazo de la aplicación de vibraciones mecánicas sobre deportistas ponen en duda la ventaja de su uso para el desarrollo de capacidades como la fuerza o la velocidad sobre los métodos convencionales de desarrollo de la fuerza. Tal y como señalan algunos autores⁶² quizá el entrenamiento vibratorio sea una técnica de trabajo suplementaria adecuada para deportistas jóvenes, pero que no puede sustituir a los métodos tradicionales de entrenamiento. En este sentido, algunos⁶³ consideran que el entrenamiento vibratorio parece producir un efecto rápido de calentamiento y de activación en el organismo de los deportistas. Más aún, otros⁶⁴ conside-

⁵⁹ Savelberg, H.H.C.M., Keizer, H.A., & Meijer, K: "Whole-Body vibration induced adaptation in knee extensors; consequences of initial strength, vibration frequency, and joint angle", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), (2007), pp. 589-593.

⁶⁰ Delecluse et al., 2005; Owen, G.J: *The influence of whole body vibration on knee extensor stiffness and functional performance*. Master's thesis, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand (2004).

⁶¹ Rittweger, J: "Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be", *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), pp. 877-904; Wilcock et al., 2009.

⁶² Mahieu, N.N., Witvrouw, E., Van De Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V., & Van Den Broecke, W: "Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training", *Journal of Athletic Training*, 41 (3), (2006), pp. 286-293.

⁶³ Rittweger, J: "Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be", *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), pp. 877-904.

⁶⁴ Viru, M., Kaibald, L., Jaakson, H., & Kandimaa, T: "Whole body vibration as a part of a training session of speed and power athletes", *Acta Academiae Olympicae Estoniae*, 15 (1-2), (2007), pp. 86-89.

ran que la estimulación vibratoria contribuye a preparar mejor a los músculos para ejercicios de potencia y velocidad. Estas circunstancias pueden ayudar a producir efectos agudos significativos sobre la fuerza y la potencia muscular, pero no a corto, medio y largo plazo en sujetos que tienen desarrolladas estas capacidades. Por otro lado, lo que sí que parece bastante consistente es que parece ayudar a mejorar la flexibilidad de los deportistas, tanto a nivel agudo como después de varias semanas.

Las posibilidades prácticas de la aplicación de vibraciones mecánicas a deportistas tienen que considerarse en términos de tiempo, coste y reducción de otros tipos de entrenamiento. Sólo si estos parámetros son favorables merecerá la pena su uso en deportistas que tienen sus agendas muy abultadas y con muchas limitaciones temporales.

Por otro lado, tal y como plantean algunos investigadores⁶⁵, el entrenamiento vibratorio puede ser muy adecuado para proporcionar a los deportistas un tipo de estímulo de entrenamiento diferente, para producir una variación en la rutina del entrenamiento o para usarse en unión con otros tipos de trabajos de acondicionamiento físico.

Finalmente, señalar que existe una verdadera necesidad de más investigación en este campo, que pueda ayudar a clarificar si la aplicación de vibraciones mecánicas es útil o no para la mejora del rendimiento en deportistas. Son necesarias más investigaciones que ayuden a identificar frecuencias y amplitudes de vibración óptimas, a seleccionar el tipo, la intensidad y la duración de los mejores ejercicios. En definitiva, a desarrollar protocolos de entrenamiento específicos y efectivos que puedan cubrir las necesidades de los diferentes deportistas.

⁶⁵ Wilcock, I.M., Whatman, C., Harris, N., & Keogh, J.W.L: "Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes?" *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (2), (2009), pp. 593-603.

Tabla 1. Programas de entrenamiento vibratorio agudos con resultados significativos

Autores	Deporte	Sujetos N (edad)	Grupo Control	Máquina vibratoria	Frecuencia y amplitud de la vibración	Tests utilizados	Capacidades evaluadas
Bosco et al., 1999	Voleibol	6 ♀ (19.5 ± 2.1)	No	Galileo 2000	26 Hz – 10 mm	Press de piernas (70,90,110 y 130 kg)	↑ Fuerza, velocidad y potencia de piernas
Bosco, Cardinale & Tsarpela, 1999	Boxeo	12 ♂ (nd)	No	Galileo 2000	30 Hz – 6 mm	Flexión de brazos	↑ Potencia de brazos
Issurin & Tenenbaum, 1999	Varios (judo, lucha, gimnasia...)	14 ♂ (21.3 ± 4.1)	No	Equipo especial*	44 Hz – 3 mm	Curl de bíceps bilateral	↑ Potencia de brazos
Sands et al., 2006	Gimnasia	10 ♂ (10.7 ± 0.99)	No	Power-Plate Pro	30 Hz – 2 mm	Split frontal	↑ Flexibilidad pasiva de piernas
Sands et al., 2008	Natación sincronizada	11 ♀ (20.6 ± 2.5)	No	Equipo especial*	30 Hz – 2 mm	Split frontal	↑ Flexibilidad pasiva de piernas
Tripp, Eberman & Dwelly, 2009	Beisbol y softbol	35 (23 ♂ & 12 ♀) (20 ± 2)	No	Mini-Vibratflex dumbbell	15 Hz – 2.2 mm	Máxima rotación interna y externa glenohumeral	↑ Rotación interna del hombro del lado dominante
Cochrane & Stannard, 2005	Hockey	18 ♂ (21.8 ± 5.9)	Sí	Galileo	26 Hz – 6 mm	CMJ con brazos y sit and reach	↑ Salto vertical y flexibilidad
Sands et al., 2006	Gimnasia	10 ♂ (10.1 ± 1.5)	Sí	Equipo especial*	30 Hz – 2 mm	Split frontal	↑ Flexibilidad pasiva de piernas
Viru et al., 2007	Balónmano	21 ♂ (24.4 ± 4.3)	Sí	Nemes LC	30 Hz – 1.5 mm	CMJ y Drop Jump (40-cm)	↑ Función muscular de piernas
Kinser et al., 2008	Gimnasia	22 ♀ (11.3 ± 2.6)	Sí	Equipo especial*	30 Hz – 2 mm	Split frontal	↑ Flexibilidad de piernas
Rhea & Kenn, 2009	Deportistas universitarios (nd*)	16 ♂ (22.6 ± 3.5)	Sí	iTonic platform	35 Hz – 4 mm	Sentadilla	↑ Potencia de piernas
Roberts et al., 2009	Atletismo (velocistas)	11 ♂ (19 ± 0.04)	Sí	Galileo 2000	26 Hz – 4 mm	Salida y 30-m sprint	↑ Fuerza de reacción de piernas

*nd= no descrito. Equipo especial= diseñado específicamente por el grupo de investigación.

*nd= no descrito. Equipo especial= diseñado específicamente por el grupo de investigación.

Autores	Deporte	Sujetos N (edad)	Grupo Control	Máquina vibratoria	Frecuencia y amplitud de la vibración	Tests utilizados	Capacidades evaluadas
Sands et al., 2008	Natación sincronizada	11 ♀ (20.6 ± 2.5)	No	Equipo especial*	30 Hz – 2 mm	Split frontal	Flexibilidad activa de piernas
Tripp, Eberman & Dweily, 2009	Beisbol y softball	35 (23♂ & 12♀) (20 ± 2)	No	Mini-Vibratex dumbbell	15 Hz – 2.2 mm	Máxima rotación interna y externa glenohumeral	Rotación externa del hombro lado dominante y rotación externa e interna lado no-dominante
Guggenheimer et al., 2009	Atletismo (velocistas, saltadores y lanzadores)	23 ♂ (20.5 ± 2.25)	No	Pneu-Vibe Pro	0-50 Hz – 1-2 mm	Salida y 40-m sprint	Tiempo de reacción y velocidad
Cochrane & Stannard, 2005	Hockey	18 ♀ (21.8 ± 5.9)	SI	Galileo	26 Hz – 6 mm	Dinamómetro de mano	Fuerza de agarre
Cochrane & Hawke, 2007	Escalada	12 (7♂ & 5♀) (22.9 ± 6.5)	SI	Galileo Top	26 Hz – 3 mm	Lanzamiento de balón medicinal, agarre, maniotva campus	Fuerza y potencia de brazos
Bullock et al., 2008	Skeleton	7 (1♂ & 6♀) (24.9 ± 4.7)	SI	Nemes LC	30 Hz – 4 mm	CMJ, SJ y 30-m sprint	Velocidad, salto vertical y aceleración
Kinser et al., 2008	Gimnasia	22 ♀ (11.3 ± 2.6)	SI	Equipo especial*	30 Hz – 2 mm	CMJ y SJ	Fuerza explosiva de piernas
Roberts et al., 2009	Atletismo (velocistas)	11 ♂ (18 ± 0.04)	SI	Galileo 2000	26Hz – 4 mm	Salida y 30-m sprint	Velocidad (30-m)
Bullock et al., 2009	Skeleton	5 ♀ (22 ± 3)	SI	Nemes LC	45 Hz – 4 mm	30-m sprint y skeleton push	Empuje y aceleración

Tabla 2. Programas de entrenamiento vibratorio agudos con resultados no significativos

Tabla 3. Programas de entrenamiento vibratorio de varias semanas de duración con resultados positivos

Autores	Deporte	Sujetos N (edad)	Grupo Control	Duración programa	Máquina vibratoria	Frecuencia y amplitud de la vibración	Tests utilizados	Capacidades evaluadas
Berschin et al., 2003	Rugby	12 ♂ (nd)	No	4 semanas 3 ses/semanas	nd*	20 Hz – 2 mm	Sentadilla y salto	Fuerza de piernas y salto
Mikheev & Paramonova, 2009	Atletas (nd)	10 ♂ (13.9 ± 0.18)	No	2 semanas 4 ses/semanas	nd*	28 Hz – 4 mm	Psicofisiológicos (nd*)	↑ Velocidad de respuesta motora
Fagnani et al., 2006	Baloncesto, voleibol, atletismo y gimnasia	26 ♀ (24 ± 1.82)	SI	8 semanas 3 ses/semanas	Nemes LCB-040	35 Hz – 4 mm	CMJ, press de piernas isocinético, sit and reach	↑ Fuerza de piernas, salto y flexibilidad
Mahieu et al., 2006	Esquí	33 (21♂ & 12♀) (12.36 ± 1.71)	SI	6 semanas 3 ses/semanas	Fit-vibe	24-28 Hz - 2-4 mm	Dinamómetro isocinético (Blodex), High box (30-cm), Balance master	↑ Fuerza explosiva de piernas y flexión plantar de tobillos
Sands et al., 2006	Gimnasia	10 ♂ (10.1 ± 1.5)	SI	4 semanas 5 ses/semanas	Equipo especial*	30 Hz – 2 mm	Split frontal	↑ Flexibilidad pierna derecha
Annino et al., 2007	Ballet	22 ♀ (21.25 ± 1.5)	SI	8 semanas 3 ses/semanas	Nemes LC	30 Hz – 5 mm	CMJ, press de piernas horizontal (40.60 y 70 kg)	↑ Fuerza y potencia de piernas
Colson et al., 2010	Baloncesto	18 (13♂ & 5♀) (18-24 años)	SI	4 semanas 3 ses/semanas	Silverplatine	40 Hz – 4 mm	Extensión de piernas, SJ, CMJ, DJ, saltos en 30-s, 10-m sprint	↑ Fuerza máxima de extensión de piernas

*nd= no descrito. Equipo especial= diseñado específicamente por el grupo de investigación.

Tabla 4. Programas de entrenamiento vibratorio de varias semanas de duración con resultados no significativos

Autores	Deporte	Sujetos N (edad)	Grupo Control	Duración programa	Máquina vibratoria	Frecuencia y amplitud de la vibración	Tests utilizados	Capacidades evaluadas
Owen, 2004	Rugby	20 ♂ (nd*)	Sí	6 semanas 2 ses/sem	Galileo 2000	30 Hz 6-12,5 mm	CMU, Drop Jump, Sentadilla y 20-m sprint	Fuerza, potencia de piernas, reactividad y velocidad
Delecluse et al., 2005	Atletismo (velocistas)	20 (13,3 & 7,2) (21,15 ± 3,7 y 21,65 ± 3,95)	Sí	5 semanas 3 ses/sem	Power Plate	35-40 Hz 1,7-2,5 mm	Extensión-flexión máxima, isométrica e isocinética de la rodilla, CMU, saltos, 30-m sprint	Fuerza isométrica y dinámica de piernas, salto vertical, velocidad (30-m)
Sands et al., 2006	Gimnasia	10 ♂ (10,1 ± 1,5)	Sí	4 semanas 5 ses/sem	Equipo especial*	30 Hz - 2 mm	Split frontal	Flexibilidad pierna izquierda
Hand, Verschure & Osterning, 2009	Fútbol, lacrosse y voleibol	13 ♀ (21,2 ± 1,1)	Sí	10 semanas 3 ses/sem	Wave Pro	50 Hz - 4 mm	Dinamómetro isocinético (biodex)	Fuerza de los rotadores del hombro
Fernández-Río et al., 2010	Baloncesto	31 ♀ (17,1 ± 5,0)	Sí	14 semanas 2 ses/sem	Power Plate	30-35 Hz - 4 mm	SJ, CMU, saltos en 15-s y Squat leg power	Fuerza y potencia de piernas
Colson et al., 2010	Baloncesto	18 (13,3 & 5,7) (18-24 años)	Sí	4 semanas 3 ses/sem	Silverplate	40 Hz - 4 mm	Extensión de piernas, SJ, CMU, DU, saltos en 30-s, 10-m sprint	Fuerza y potencia de piernas, velocidad

*nd= no descrito. Equipo especial= diseñado específicamente por el grupo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERCROMBY, A.F.J., AMONETTE, W.E., LAYNE, C.S., MCFARLIN, B.K., HINMAN, M.R., & PALOSKI, W.H: "Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (9), (2007), pp.1642-1650.
- ANNINO, G., PADUA, E., CASTAGNA, C., DI SALVO, W., MINICHELLA, S., TSARPELA, O., MANZI, V., & D'OTTAVIO, S: "Effect of whole-body vibration training on coger limb performance in selected high-level ballet students", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), (2007), pp. 1072-1076.
- BERSCHIN, G., SCHMIEDEBERG, I, & SOMMER, H.M: "Zum einsantz von vibrationkrafttraining als spezifisches schnennkrafttrainingsmittel in sportspielen", *Leistungssport*, 33, (2003), pp. 11-13.
- BOSCO, C., CARDINALE, M., & TSARPELA, O: "Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexors muscles", *European Journal of Applied Physiology*, 79, (1999), pp. 306-311.
- BOSCO, C., COLLI, R., INTROINI, E., CARDINALE, M., TSARPELA, O., MADELLA, A., TIHANYI, J., & VIRU, A: "Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure", *Clinical Physiology*, 19 (2), (1999), pp. 183-187.
- BOSCO, C., IACOVELLI, M., TSARPELA, O., CARDINALE, M., BONIFAZI, M., TIHANYI, J., VIRU, M., DE LORENZO, A., & VIRU, A: "Hormonal responses to whole-body vibration in men", *European Journal of Applied Physiology*, 81 (6), (2000), pp. 449-54.
- BULLOCK, N., MARTIN, D.T., ROSS, A., ROSEMOND, C.D., JORDAN, M.J., & MARINO, F.E: "Acute effect of whole-body vibration on sprint and jumping performance in elite skeleton athletes", *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22 (4), (2008), pp. 1371-1374.
- BULLOCK, N., MARTIN, D.T., ROSS, A., ROSEMOND, C.D., JORDAN, M.J., & MARINO, F.E: "An acute bout of whole-body vibration on skeleton start and 30-m sprint performance", *European Journal of Sport Science*, 9 (1), (2009), pp. 35-39.
- CARDINALE, M., & ERSKINE, J.A: "Vibration training in elite sport: Effective training solution or just another fad?" *International Journal of Sports physiology and Performance*, 3, (2008), pp. 232-239.
- CARDINALE, M., & LIM, J: "Electromyography activity of Vastus Lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (3), (2003), pp. 621-624.
- COCHRANE, D.J., & HAWKE, E.J: "Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), (2007), pp. 527-531.
- COCHRANE, D.J., & STANNARD, S.R: "Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players", *British Journal of Sports Medicine*, 39 (11), (2005), pp. 860-865.



- COCHRANE, D.J., STANNARD, S.R., FIRTH, E.C., & RITTWEGGER, J: "Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation", *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), pp. 311-319.
- COLSON, S.S., PENSINI, M., ESPINOSA, J., GARRANDES, F., & LEGROS, P: "Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (4), (2010), pp. 999-1006.
- CONSTANTINO, C., POGLIACOMI, F., & SONCINI, G: "Effect of the vibration board on the strength of ankle dorsal and plantar flexor muscles: a preliminary randomized controlled study", *Acta Biomedica*, 77, (2006), pp. 10-16.
- 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", *International Journal of Sports Medicine*, 26, (2005), pp. 662-668.
- FAGNANI, F., GIOMBINI, A., DI CESARE, A., PIGOZZI, F., & DI SALVO, V: "The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes", *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85 (12), (2006), pp. 956-962.
- FERNANDEZ-RIO, J., TERRADOS, N., FERNANDEZ-GARCIA, B., & SUMAN, O: "Effects of vibration training on force production in female basketball players", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (5), (2010), pp. 1373-1380.
- GUGGENHEIMER, J., DICKIN, D.C., REYES, G.F., & DOLNY, D.G: "The effects of specific preconditioning activities on acute sprint performance", *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (4), (2009), pp. 1135-1139.
- HAMILTON, A: "Whole-body vibration and post-activation potentiation", *Peak Performance*, 281, (2009), pp. 11-13.
- HAND, M.S., VERSCHUERE, S., & OSTERNING, L: "A comparison of whole-body vibration and resistance training on total work in the rotator cuff", *Journal of Athletic Training*, 44 (4), (2009), pp. 469-474.
- ISSURIN, V.B: "Vibrations and their applications in sport. A review", *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45 (3), (2005), pp. 324-336.
- ISSURIN, V.B., & TENENBAUM, G: "Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes", *Journal of Sports Sciences*, 17, (1999), pp. 177-182.
- JORDAN, M.J., NORRIS, S.R.; SMITH, D.J., & HERZOG, W: "Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (2), (2005), pp. 459-466.
- KERSCHAN-SCHINDL, K., GRAMPP, S., HENK, C., RESCH, H., PREISINGER, E., FIALKA-MOSER, V., & IMHOF, H: "Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume", *Clinical Physiology*, 21 (3), (2001), pp. 377-382.
- KINSER, A.M., RAMSEY, M.W., O'BRYANT, H.S., AYRES, C.A., SANDS, W.A., & STONE, M.H: "Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts", *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40 (1), (2008), pp. 133-140.
- LUO, J., MCNAMARA, B., & MORAN, K: "The use of vibration training to enhance muscle strength and power", *Sports Medicine*, 35, (2005), pp. 23-41.
- MAHIEU, N.N., WITVROUW, E., VAN DE VOORDE, D., MICHILSENS, D., ARBYN, V., & VAN DEN BROECKE, W: "Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training", *Journal of Athletic Training*, 41 (3), (2006), pp. 286-293.
- MANONELLES, P., GIMÉNEZ, L., ÁLVAREZ, J., & GARCÍA, B: "Efecto de las vibraciones mecánicas en el entrenamiento de fuerza", *Apunts. Educación Física y Deportes*, 87, (2007), pp. 73-80.
- MIKHEEV, A., & PARAMONOVA, N: "The influence of vibration exercises on the psychophysiological qualities of athletes", *Ugdymas, Kūno Kultūra, Sportas*, 1 (72), (2009), pp. 65-70.
- NORDLUND, M.M., & THORSTENSSON, A: "Strength training effects of whole-body vibration?" *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17 (1), (2007), pp. 12-17.
- OWEN, G.J: *The influence of whole body vibration on knee extensor stiffness and functional performance*. Master's thesis, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand (2004).
- PRIPLATA, A.A., NIEMI, J.B., HARRY, J.D., LIPSITZ, L.A., & COLLINS, J.J: "Vibration insoles and balance control in elderly people", *Lancet*, 362, (2003), pp. 1123-1124.
- RHEA, M., & KENN, J.G: "The effect of acute applications of whole-body vibration on the i-tonic platform on subsequent lower-body power output during the back squat", *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (1), (2009), pp. 53-61.
- RHEN, B., LIDSTRÖM, J., SKOGLUND, J., & LINDSTRÖM, B: "Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review", *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17 (1), (2007), pp. 2-11.
- RITTWEGGER, J: "Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be", *European Journal of Applied Physiology*, 108, (2010), pp. 877-904.
- RITTWEGGER, J., JUST, K., KAUTZSCH, K., REEG, P., & FELSEBERG, D: "Treatment of lower back pain with lumbar extension and whole-body vibration. A randomized controlled trial", *Spine*, 27 (17), (2002), pp. 1829-1834.
- ROBERTS, B., HUNTER, I., HOPKINS, T., & FELAND, B: "The short-term effect of whole body vibration training on sprint start performance in collegiate athletes", *International Journal of Exercise Science*, 2 (4), (2009), pp. 264-268.
- ROELANTS, M., DELECLUSE, C.A., & VERSCHUEREN, S.M: "Whole body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women", *Journal of the American Geriatric Society*, 52 (6), (2004), pp. 901-908.



- RUNGE, M., REHFELD, G., & RESNICEK, E: "Balance training and exercise in geriatric patients", *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 1, (2000), pp. 54-8.
- RUSSO, C.R., LAURETANI, F., BANDINELLI, S., BARTALI, B., CAVAZZINI, C., GURALNIK, J.M., & FERRUCCI, L: "High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women", *Archives of Physiological and Medical Rehabilitation*, 84 (12), (2003), pp. 1854-1857.
- SANDS, W.A., MCNEAL, J.R., STONE, M.H., RUSSELL, E.M., & JEMNI, M: "Flexibility enhancement with vibration: acute and long-term", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (4), (2006), pp. 720-725.
- SANDS, W.A., MCNEAL, J.R., STONE, M.H., RUSSELL, E.M., & JEMNI, M: "Effect of vibration on forward split flexibility and plain perception in young male gymnasts", *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3, (2008), pp. 469-481.
- SANDS, W.A., MCNEAL, J.R., STONE, M.H., KIMMEL, W.L., HAFF, G.G., & JEMNI, M: "The effect of vibration on active and passive range of motion in elite female synchronized swimmers", *European Journal of Sport Science*, 8 (4), (2008), pp. 217-223.
- SAVELBERG, H.H.C.M., KEIZER, H.A., & MEIJER, K: "Whole-Body vibration induced adaptation in knee extensors; consequences of initial strength, vibration frequency, and joint angle", *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (2), (2007), pp. 589-593.
- TORVINEN, S., KANNUS, P., SIEVANEN, H., JARVINEN, T.A., PASANEN, M., KONTULAINEN, S., JARVINEN, T.L., JARVINEN, M., OJA, P., & VUORI, I: "Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance", *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (9), (2002), pp. 1523-1528.
- TRIPP, B.L., EBERMAN, L.E., & DWELLY, P.M: "Handheld vibration effects shoulder motion", *International Journal of Sports Medicine*, 30 (12), (2009), pp. 868-87.
- VERSCHUEREN, S.M., 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", *Journal of Bone and Mineral Research*, 19 (3), (2004), pp. 352- 359.
- VIRU, M., KAIBALD, L., JAAKSON, H., & KANDIMAA, T: "Whole body vibration as a part of a training session of speed and power athletes", *Acta Academiae Olympiquae Estoniae*, 15 (1-2), (2007), pp. 86-89.
- WILCOCK, I.M., WHATMAN, C., HARRIS, N., & KEOGH, J.W.L: "Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes?", *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23 (2), (2009), pp. 593-603.