

Efectos de las plataformas vibratorias en la salud ósea en mujeres posmenopáusicas

Effects of Vibratory Platforms on Bone Health in Postmenopausal Women

Elena Pardos-Mainer^{1*}
Santiago Calero Morales²
Lucia Sagarra¹

¹ Universidad San Jorge. Valora Reseach Group. Zaragoza, España.

² Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

* Autor para la correspondencia: Correo electrónico: epardos2017@gmail.com

RESUMEN

Estudios recientes han sugerido que los estímulos mecánicos (vibraciones) de alta frecuencia y baja magnitud pueden ejercer un efecto positivo sobre la morfología ósea y beneficiar su cantidad y calidad. La plataforma vibratoria es una máquina popular que se introdujo en la última década como una nueva promesa contra el tratamiento de la osteoporosis. Actualmente, en el mundo hay más de 200 millones de mujeres posmenopáusicas que sufren osteoporosis. Esta enfermedad es una de las más comunes y costosas de la salud pública. El ejercicio físico complementado con el tratamiento vibratorio puede que sea considerado como una estrategia efectiva para la prevención y tratamiento de la osteoporosis posmenopáusica. Esta revisión ofrece una visión general de cuestiones significativas relacionadas con la terapia con la plataforma vibratoria para la prevención y tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas. El objetivo de esta revisión ha sido conocer los últimos avances de entrenamiento con plataformas vibratorias para la mejoría de la masa ósea en mujeres posmenopáusicas. Existe una gran discrepancia respecto al uso de estas como tratamiento osteoporótico, uso de diferentes tipos de plataformas, distintas frecuencias, amplitud, aceleración o duración del tratamiento. La escasa literatura estableció que la plataforma vibratoria *Galileo* es la que más se utiliza en dicha población, pero se necesitan más intervenciones para concretar los beneficios y daños de este tratamiento en mujeres postmenopáusicas.

Palabras clave: plataformas vibratorias; mujeres posmenopáusicas; densidad mineral ósea (DMO).

ABSTRACT

Recent studies have suggested that mechanical stimuli (vibrations) of high frequency and low magnitude can exert a positive effect on bone morphology and benefit quantity and quality. The vibrating platform is a popular machine introduced in the last decade as a new promise against the treatment of osteoporosis. Currently, there are more than 200 million postmenopausal women in the world suffering from osteoporosis. This disease is one of the most common and expensive in public health. Physical exercise supplemented with vibrational treatment may be considered an effective strategy for the prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis. This review offers an overview of significant issues related to therapy with the vibration platform for the prevention and treatment of osteoporosis in postmenopausal women. The objective of this review is to know the latest advances in vibratory platforms training for the improvement of bone mass in postmenopausal women. There is a great discrepancy regarding the use of vibratory platforms as osteoporosis treatment, the use of different types of platforms, different frequencies, amplitude, acceleration or duration of treatment. The limited literature established that Galileo vibration platform is the most used in this population, but more interventions are needed to grasp the benefits and harms of this treatment in postmenopausal women

Keywords: whole body vibration, postmenopausal women, bone mineral density (BMD).

Recibido: 27/04/2018

Aprobado: 22/06/2018

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud ha definido la osteoporosis como una enfermedad esquelética caracterizada por una "densidad ósea baja y deterioro de la micro arquitectura del tejido óseo con el consiguiente aumento de la fragilidad ósea y la susceptibilidad a fractura."⁽¹⁾ Los impactos mecánicos a los que se somete al sistema esquelético, los cambios de presión a nivel de los vasos sanguíneos que irrigan el propio hueso y las fuerzas axiales que, sobre el hueso, ejerce la musculatura cuando ésta se activa, parecen ser factores clave en los procesos de adaptación ósea.⁽²⁾ En este sentido, recientes estudios han sugerido que, estímulos mecánicos (vibraciones) de alta frecuencia y baja magnitud pueden ejercer un efecto positivo sobre la morfología ósea, beneficiando su cantidad y calidad.^(3,4)

Las guías clínicas para la prevención de osteoporosis recomiendan intervenciones dietéticas, farmacológicas y ejercicios con pesas para prevenir las fracturas

óseas.^(5,6,7,8) Estas intervenciones tienen a veces baja adherencia y pueden causar efectos adversos. Una alternativa complementaria a estas intervenciones es el entrenamiento vibratorio de todo el cuerpo, en el que la energía producida por una oscilación forzada se transfiere al individuo desde una plataforma de vibración mecánica.⁽⁹⁾

Las plataformas vibratorias (PF) se introdujeron en la década pasada como una nueva promesa contra el tratamiento de la osteoporosis ya que se encontraron mejoras significativas en el ratio de formación del hueso, en la densidad mineral ósea (DMO), en la estructural trabecular y en el grosor cortical en animales modelos.^(10,11,12)

La plataforma vibratoria es una máquina popular donde se permanece de pie, individualmente, sobre una placa vibratoria y el motor transmite aceleraciones verticales al músculo y hueso.⁽¹³⁾ Esta puede producir efectos osteogénicos al cambiar el flujo de líquido de la médula ósea a través de la estimulación directa y mecano transducción, o puede generar la estimulación ósea indirecta a través de la activación del músculo esquelético mediante el reflejo de estiramiento del tono.^(14,15)

Actualmente, en el mundo, más de 200 millones de mujeres posmenopáusicas sufren osteoporosis.⁽¹⁶⁾ Esta enfermedad es una de las más comunes y costosas de la salud pública e incide en gran proporción sobre ésta población.⁽¹⁷⁾ Los aspectos determinantes de la fractura ósea son las caídas, la fragilidad ósea, la pérdida de equilibrio y la disminución de fuerza en extremidades inferiores.^(18,19) El ejercicio físico es considerado como una estrategia efectiva, que se recomienda con frecuencia en la práctica general, para la prevención y tratamiento de la osteoporosis posmenopáusica.⁽¹³⁾

Por lo tanto, el objetivo de esta revisión ha sido conocer los últimos avances de entrenamiento con plataformas vibratorias para la mejoría de la masa ósea en mujeres posmenopáusicas, como punto de partida para el desarrollo de futuras intervenciones cuyo objetivo sea mantener una masa ósea saludable y mejorar la calidad de vida.

MÉTODOS

Fuentes de datos y estrategia de búsqueda

Se ha realizado la búsqueda en tres bases de datos diferentes, *PubMed* (1950 a 2 enero 2015), *SPORTDiscus* (1887 a 2 enero 2015) y *ISI Web of Science* (1900 a 2 enero 2015). La búsqueda se realizó para los materiales publicados hasta el 2 de enero de 2015. Las palabras claves utilizadas para identificar los artículos y restringir la población en esta revisión fueron: *female* y *human*, las cuales fueron combinadas con *whole body vibration* y *osteoporosis* con el término booleano *AND*. Además, se añadió un último filtro: *10 years* para reducir la búsqueda a los artículos publicados en los últimos 10 años. La estrategia de búsqueda se modificó para cada base de datos y se exploró con el fin de maximizar la sensibilidad y producir una búsqueda exhaustiva. Los términos fueron buscados según título, resumen y encabezamiento de materia.

Criterios de inclusión

- Tipo de estudios: Estudios experimentales que comparan los efectos de un entrenamiento en plataforma vibratoria sobre el hueso.
- Tipo de participantes: Mujeres posmenopáusicas entre 51-91 años, con un mínimo de 5 años tras la menopausia para evitar confundir los efectos acelerados de la pérdida ósea inmediatamente después de la misma. Pueden ser mujeres osteoporósicas, osteopénicas o saludables.
- Tipo de resultados: Contenido mineral ósea (CMO), densidad mineral ósea (DMO) o área ósea de todo el cuerpo, zona lumbar, cadera (cuello femoral, trocánter, intertrocánter o subregiones del triángulo *Ward's*), arquitectura del hueso (tomografía computarizada cuantitativa [pQTC] o densitometría ósea [DXA]) o parámetros de ultrasonido (*broadband ultrasound attenuation* [BUA]).

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión consistieron en (a) artículo en idioma diferente del español, inglés o francés; (b) datos no publicados; (c) estudios con animales; (d) estudios con hombres; (e) mujeres < 51 años; (f) mujeres menárquicas; (g) estudios que no combinen el trabajo en plataformas vibratorias con prevención osteoporosis.

Evaluación de la calidad

Se utilizó la Declaración CONSORT 2010⁽²⁰⁾ para evaluar la calidad metodológica en los estudios experimentales aleatorios y no aleatorios. De acuerdo a esta escala, tras aplicar los criterios de exclusión e inclusión, todos los artículos fueron aceptados (ninguno cumplía con los criterios de exclusión).

Estudios aceptados

En la búsqueda inicial en las diferentes bases de datos electrónicas, se encontraron 96 artículos (Fig.). Después de eliminar los duplicados, 70 fueron los seleccionados para la presente revisión. 58 artículos fueron excluidos tras leer el título y el resumen. Finalmente, los 12 artículos seleccionados fueron examinados teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión y los criterios de calidad y todos ellos fueron aceptados.

VARIABLES DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE

Variable independiente: Entrenamiento con plataformas vibratorias.

Variable dependiente: Densidad mineral ósea, contenido mineral óseo.

RESULTADOS

Prescripción de actividad física

La actividad física recogida en los artículos que se recomienda realizar a mujeres posmenopáusicas es:

- Andar: 30 a 60 minutos, 1 a 3 veces/días, 40-75 % VO₂max, 2-5 días a la semana.
- Andar + Ejercicios aeróbicos (bailar, nadar, bicicleta): 30 a 60 minutos, 50-84 % VO₂mac, 3-4 días/semana.
- Ejercicios aeróbicos (*jogging*, andar, bailar, nadar, bicicleta) + entrenamiento de resistencia (bandas elásticas, pesas, pesas tobillos, máquinas): 30-70 minutos, 42-75 % VO₂max, 10-70 % 1 RM.
- Ejercicios de resistencia: 5-12 ejercicios, 40-80 % 1RM, 8, 16 repeticiones, 3 días/semana.

Por otra parte, los diferentes tipos de plataformas vibratorias (PV) utilizadas en los diferentes estudios se evidencian en la [tabla 1](#). Los resultados sobre los efectos del trabajo en plataforma vibratoria para la mejora de la resistencia ósea en las mujeres posmenopáusicas, se muestran en la [tabla 2A](#) y [B](#).

Tabla 1 - Diferencias entre los tipos de plataformas vibratorias

Características	Galileo (oscilante)	Power plate (triaxial)	Vertical
Movimiento oscilatorio natural	Sí	Sí	No
Compresión de discos	No	-	Sí
Frecuencias de trabajo	5-30 Hz	25-50 Hz	20-70 Hz
Amplitud variable	Sí	Sí	No
Máxima amplitud	0,6-4 mm	0-13 mm	2-4 mm
Peso del equipo	22-100 kg	80 kg	>100 kg
Carga máxima	200 kg	136 kg	120 kg
Pérdida efectividad por ↑ de carga	No	No	Sí
Mejora de la propiocepción	Sí	Sí	No
Mejora de la coordinación	Sí	Sí	No
Trabajo en zona lumbar	Sí	Sí	No
Trabajo abdominal	Sí	Sí	No
Programas personalizados	Sí	Sí	No
Vibraciones a la cabeza	No	No	Sí
Vibraciones secundarias al suelo	No	-	Sí
Precio (Gama alta)	12,586 €	13,920 €	14,042 €
Control de calidad	Movimiento oscilante patentado	Certificado médico clase 2A en Europa	-

Tabla 2- Efecto del entrenamiento en plataformas vibratorias para la mejora de los índices de resistencia ósea en mujeres posmenopáusicas

Estudio	N	Tipo/Suplemento	Método/Intervención	Sujetos acaban	Plataforma/parámetros	Frecuencia y duración	Resultados
Gusi et al. (2006) ⁽²²⁾	28	PSTMN sanas desentrenadas	1. PV (n= 18) 2. GA (n= 18) Rodillas flexionadas 60°, sesión de andar: 55 min	1. PV (n= 14) 2. GA (n= 14)	Galileo 2000 (oscilación lateral); 12,6 Hz, 3,3 g (lateral) and 0,7 g (vertical), ↑progresivo	3 x/sem; 8 m 6 x 60 s/sesión (↑progresivo)	PV: ↑DMO cuello femoral (4,3 %) que GA; no cambios DMO en zona lumbar
Ruan et al. (2008) ⁽³⁰⁾	116	PSTMN Osteoporóticas	1. PV (n=66) 2. GC (n=50) Posición vertical sobre PV	1. PV (n= 51) 2. GC (n= 43)	ZD-10; 30 Hz, 5 mm	5 x/sem; 6 m 10 min/sesión	PV: ↑DMO lumbar (4,3 %), ↑DMO cuello femoral (3,2 %), ↓DCA GC: ↓DMO lumbar (1,9 %), ↓DMO cuello femoral
Beck et al. (2010) ⁽²³⁾	47	PSTMN sanas	1. GC (n= 15) 2. BPV (n=15) 3. APV (n=17) Posición vertical sobre PV; A	1. GC (n= 14) 2. BPV (n= 14) 3. APV (n= 15)	Juvent 1000 (vertical): 30 Hz, 0,3 g Galileo 2000 (oscilación lateral): 12,5 Hz, 1 g	2 x/sem; 8 m 15 min/sesión	GC: ↓CMO trocánter (- 6 %), zona lumbar (-6,6 %) No diferencias entre BPV-APV
Bemben et al. (2010) ⁽²⁷⁾	55	PSTMN sanas	1. GR (n= 22) 2. PV (n= 21) 3. GC (n= 12) Sentadillas dinámicas, diversos ejercicios extremidad superior en PV	1. GR (n= 22) 2. PV (n= 21) 3. GC (n= 12)	Power plate® (triaxial); 30-40 Hz, 2-4 mm, 2,16-2,8 g	3 x/sem; 8 m 15-60 s/ejercicio 10 min/sesión	GR- PV: No diferencias DMO total cuerpo, zona lumbar, cadera izquierda y trocánter derecho GR-PV-GC: ↓DMO cadera y cuello femoral dcho PV: ↑ligeramente DMO radio que GC
Slatkosvska et al (2011) ⁽³¹⁾	202	PSTMN sanas + Calcio, Vit D	1. PV 90 Hz (n= 67) 2. PV 30 Hz (n= 68) 3. GC (n= 67) 2. PV 30 Hz (n= 68) 3. GC (n= 67)	1. PV 90 Hz (n= 67) 2. PV 30 Hz (n= 68) 3. GC (n= 67)	No especifica; 90 Hz, 30 Hz, 0,3 g	7 x/sem; 12 m 20 min/sesión	No efectos significativos DMO entre PV 90-30 Hz y GC
		(DCPV: 880IU; ADPV: 1600IU)	1.2. ADPV (n= 27) 2. GC (n= 57) 2.1 DCPGC (n= 28) 2.1 ADGC (n= 29) Sentadilla; A	1.2. ADPV (n= 25) 2. GC (n= 53) 2.1 DCPV (n= 26) 2.2 ADPV (n= 27)	2,2 g, ↑progresivo		músculo y ↑niveles Vit D No diferencias significativas entre todos grupos

Veschuereen et al. (2011) ⁽²⁸⁾	113	PSTMN sanas + Calcio (DCPV: 880 IU; ADPV: 1600 IU)	1. PV (n= 56) 1.1. DCPV (n= 29) 1.2. ADPV (n= 27) 2. GC (n= 57) 2.1. DCPGC (n= 28) 2.2. ADGC (n= 29) Sentadilla; A	1. PV (n= 50) 1.1. DCPV (n= 25) 1.2. ADPV (n= 25) 2. GC (n= 53) 2.1. DCPV (n= 26) 2.2. ADPV (n= 27)	Power plate®; 30-40 Hz, 1,6-2,2 g, ↑progresivo	3 x/sem; 6 m 15 min/sesión	PV-GC: ↑DMO cadera, ↑fuerza dinámica del músculo y ↑niveles Vit D No diferencias significativas entre todos grupos
Von Stengel et al. (2011) ⁽³²⁾	108	PSTMN sanas + Calcio (1200 mg), Vit D (800 IU)	1. PVR (n=36) 2. PVV (n=36) 3. GC (n=36) Sentadilla 1-2 piernas, levantando talones; A	1. PVR (n= 34) 2. PVV (n= 29) 3. GC (n= 33)	Vibrafit: 12,5 Hz, 12 mm, 8 g (PVR) Qionic: 35 Hz, 1,7 mm, 8 g (PVV)	3 x/sem; 12 m 15 min/sesión	PVR-PVV: ↓DMO zona lumbar (0,7-0,5 %), ↑DMO cuello femoral (0,3-1,1 %), ↑fuerza máxima pierna (27-22 %) que GC
Iwamoto et al. (2012) ⁽³³⁾	52	PSTMN osteoporósicas + alendronato (5 mg)	1. PV (n= 26) 2. GC (n= 26) Posición vertical sobre PV; A	1. PV (n= 26) 2. GC (n= 26)	Galileo 900: 20 Hz (oscilación lateral)	2 x/sem; 6 m 4 min/sesión	PV: ↑flexibilidad, equilibrio, velocidad de paseo que GC
Chung-Liang et al. (2013) ⁽³⁴⁾	32	PSTMN sanas	1. PV (n=16) 2. GC (n=16) Posición vertical sobre PV; A	1. PV (n=14) 2. GC (n=14)	LV-1000 (oscilación lateral); 30 Hz, 3,2 g	3 x/sem; 6 m 5 min/sesión	PV: ↑DMO (2,03 %) GC: ↓DMO (0,05 %)
Stolzenberg et al. (2013) ⁽²⁵⁾	68	PSTMN osteopenia	1. PV (n=34) 2. GE (n=34) Posición vertical, sentadilla, posición 90° sobre PV; Entrenamiento de resistencia= 30 min; A	1. PV (n=26) 2. GE (n= 31)	Galileo: 22-26 Hz, 3,9-10,9 g (↑progresivo)	2 x/sem; 9 m 35-40 min/sesión [Entrenamiento resistencia + PV o E (15 min)]	↑DMO tibia distal Entrenamiento de fuerza combinado con PV y E mejora el control postural
Leung et al. (2014) ⁽³⁵⁾	710	PSTMN sanas	1. PV (n= 364) 2. GC (n= 346)	1. PV (n= 280) 2. GC (n= 316)	No especifica: 35 Hz, 0,3 g	5 x/sem; 18 m 20 min/sesión	↑T reacción, V movimiento, E

PSTMN: Postmenopáusicas; GE: Grupo equilibrio; E: Equilibrio; Vit: Vitamina; A: Aleatorio; PV: Plataforma vibratoria; DMO: Densidad mineral ósea; DCA: Dolor crónico de espalda; T: Tiempo; V: Velocidad; PVR: Plataforma vibratoria rotacional; PVV: Plataforma vibratoria vertical; GA: Grupo andador; CMO: Contenido mineral ósea; DCPV: Dosis convencional grupo plataforma vibratoria; ADPV: Alta dosis grupo plataforma vibratoria; DCGC: Dosis convencional grupo control; ADGC: Alta dosis grupo control; GR: Grupo de entrenamiento resistencia; GC: Grupo control.

En la mayoría de los estudios se observaron cambios en el aumento de la DMO del cuello femoral en los grupos en los que se aplicó entrenamiento con PV, mientras que en los grupos control se observó disminución para esta misma variable.^(21,22,29,30,31,32,33,34)

Ruan y otros,⁽³⁰⁾ en un estudio llevado a cabo con mujeres diagnosticadas de osteoporosis, observaron tras aplicar un programa de entrenamiento con PV durante seis meses (10 min/sesión), aumentos en la DMO lumbar y del cuello femoral del grupo de entrenamiento; frente a la disminución de estas mismas variables en el grupo control.

Otros estudios que han combinado entrenamiento en PV y resistencia en mujeres con osteopenia,^(25,26) han evidenciado mejoras en el control postural.

Un estudio con muestra representativa (n= 710),⁽³⁵⁾ en el que se realizó un entrenamiento en PV en mujeres postmenopáusicas sanas, durante 18 meses, evidenció mejoras en el tiempo de reacción, velocidad de movimiento y equilibrio.

DISCUSIÓN

Existen escasas evidencias sobre los beneficios y daños de las PV para la prevención y tratamiento de la osteoporosis, en definitiva, mejorar la salud ósea de las mujeres postmenopáusicas es el asunto que nos concierne.

Debido a esta escasa evidencia científica relacionada con el uso de las PV, es necesario que en el caso de que se utilicen como modo de entrenamiento autónomo sin un especialista que controle este entrenamiento, debe tenerse cuidado, puesto que no se especifica en la ciencia cuál es el tipo de PV, la frecuencia u oscilación más

apropiada a cada caso, como puede ser la prevención de osteoporosis, entrenamiento deportivo, mantenimiento muscular u otros.

Existe un alto número de artículos que han realizado estudios en diferentes poblaciones especiales o sanas, pero en ninguna se concreta cual es el mejor tipo de entrenamiento. Es más, se tiende a excluir los sujetos con problemas de salud, tales como problemas cardiacos o músculo-esqueléticos, lo que conlleva a reducir el *ratio* de poblaciones estudiadas y no conocer los daños o beneficios que podría conllevar el entrenamiento en PV.

Por todo lo comentado anteriormente, se debe de tener especial cuidado a la hora de utilizar la PV de forma autónoma, sin control, ya que podría dar lugar a mayores problemas que beneficios.

Se debe entender que las PV no sustituyen la terapia para prevenir la osteoporosis, sino que es una posible terapia de ayuda que junto a otros tipos de entrenamiento o suplementos nutricionales, se podría prevenir.

Por lo tanto, en esta discusión se pretende obtener una posible conclusión sobre qué PV, frecuencia, oscilación, duración y resultados se obtienen en aquellos artículos que han realizado una intervención con mujeres postmenopáusicas y PV en los últimos 10 años.

Los 12 estudios publicados revisados incluyeron diversos protocolos de tratamiento, reflejando la incertidumbre que existe acerca del tipo de plataforma más eficaz, sus ajustes (frecuencia, amplitud y aceleración) y duración de la sesión, así como frecuencia de la misma. Pocos estudios evaluaron los daños potenciales de la PV o resultados clínicamente importantes como las fracturas, dolores lumbares u otros.

Referente al tamaño de muestra, es muy dispar, ya que algunos ensayos tenían un alto número sujetos y otros muy bajo; además, en algunos casos se llevaba a cabo el estudio en un hospital o centro adecuado al uso de PV con un especialista vigilando en todo momento el entrenamiento y en otros el entrenamiento en PV lo realizaban los propios sujetos en su casa o sin un especialista controlando el mismo. Los estudios no solían ser de larga duración (6 a 18 meses) ni incluir una frecuencia semanal alta.

Los resultados no solían ser estadísticamente significativos o simplemente se obtenían pequeños aumentos en DMO que daban lugar a una incertidumbre clínica. Por lo tanto, no existe una clara armonía a la hora de llevar a cabo un tratamiento común con mujeres postmenopáusicas.

Se puede llegar a la conclusión de que la PV que más se utiliza con mujeres postmenopáusicas es la plataforma vibratoria *Galileo Fitness*TM,^(22,23,24,25,26) una evolución de las antiguas plataformas "verticales" que gracias al movimiento oscilante patentado, se gana juego articular de la pelvis y emulando el movimiento de la marcha, un movimiento 100 % fisiológico. Es una de las plataformas más utilizadas y con mayor prestigio en el mercado. Se trabajó con frecuencias 12.6, 20, 22, 26 Hz, la amplitud varía bastante de un ensayo a otro (0,7 a 4,2 mm) al igual que ocurre con la aceleración (1 a 10,9 g).

Se utilizó en diferentes poblaciones de mujeres posmenopáusicas, tanto sanas, desentrenadas como osteopénicas y osteoporósicas. Los ensayos tuvieron una duración de 6 a 9 meses con una frecuencia de 2-3 días a la semana. Trabajando con esta plataforma, el grupo que entrenó con vibración obtuvo mejoras en la DMO del

cuello femoral,⁽²²⁾ la tibia distal,⁽²⁶⁾ en el equilibrio, la flexibilidad⁽²⁴⁾ y el control postural.⁽²⁵⁾

Centrándonos en la otra PV con más prestigio, plataforma vibratoria *Power Plate*® que vibra en los tres planos, de delante hacia atrás, de derecha a izquierda y de arriba abajo, de esta manera, se produce una activación muscular. Esta se utiliza solamente en dos artículos^(27,28) y es muy similar los parámetros de trabajo con la PV; frecuencia 30-40 Hz, amplitud 2-4 mm y aceleración 1,6 a 2,8 g, tres días a la semana y un periodo de duración del tratamiento de 6-8 meses. Además, en ambas intervenciones se complementa el trabajo en plataforma con suplementación de calcio y vitamina D. Se obtuvieron mejoras en la DMO de cadera y radio y en la fuerza dinámica del músculo.⁽²⁸⁾ No obstante, *Bemben* y otros⁽²⁷⁾ demostraron que no hubo diferencias en el DMO total del cuerpo, de la zona lumbar, de la cadera izquierda y del trocánter derecho entre el grupo PV y el grupo que llevó a cabo un entrenamiento de resistencia.

En algunos artículos se cuestiona sobre la adherencia y el acceso a las plataformas vibratorias,^(22,24,27,29) tanto el sitio (clínico u hogar) como la frecuencia de las sesiones pueden afectar al tratamiento y a la adherencia a largo plazo. Además, al ser un material costoso, un alto porcentaje de los consumidores no pueden acceder a ellas, por lo que deben ir a lugares especializados en el entrenamiento con PV y por lo tanto, pagar cada sesión. Esto conlleva también un alto costo y finalmente se deja de lado este tipo de entrenamiento tanto por el desplazamiento, como por la constancia necesaria, como por el mal uso y alto coste, aspecto a mejorar como parte de estrategias de *marketing* social.⁽³⁶⁾ Por ello, es necesario llegar a la conclusión sobre cuál es el tratamiento adecuado en cada población y caso específico. De esta forma se aumentaría la utilización de las PV, que en los últimos años ha generado mala fama en torno a ellas reduciendo su uso debido a la mala utilización y lesiones producidas, y también al desconocimiento acerca de un tratamiento adecuado con PV. Sería necesario formar a la población acerca de cómo utilizarlas, cuáles son las más apropiadas para cada objetivo y que contengan unos medios de seguridad para evitar caídas debido al desequilibrio o desorientación.

Dicha revisión tiene limitaciones. Se podría haber llevado a cabo una búsqueda más amplia utilizando otros términos como "*bone mass*", "*bone mineral content*", "*bone mineral density*", "*BMC*" o "*BMD*", alternando el uso de ellos en otras bases de datos como *EMBASE* o revistas científicas españolas. Se incluyeron sólo estudios publicados en los 10 últimos años. No se tuvo en cuenta otros resultados a parte de los relacionados con la DMO o el efecto que tuviese el entrenamiento vibratorio.

Futuros hallazgos

Sería interesante llevar a cabo estudios en los que se trabajase con la *PV Galileo* complementando el tratamiento con calcio y vitamina D o alternar el uso de PV con trabajo de fuerza muscular y equilibrio, los cuales podrían mejorar el número de caídas y fracturas. Para mejorar la fiabilidad de los artículos se requiere de estudios con muestras mayores y periodos de intervención de más larga duración.

Conclusiones

Se requiere de ensayos clínicos con muestras mayores y adherencia de participación para finalizar el estudio. De un control específico de otros parámetros como fracturas, ingesta de calcio, vitamina D, actividad física, calidad de vida y otros que sean de mayor duración para lograr encontrar diferencias, puesto que los cambios en el hueso conllevan un proceso lento y en una intervención de corta-media duración no se puede apreciar, al igual que ocurre con las fracturas.

Respecto al uso del tipo de PV, hay una mayor conformidad en el entrenamiento con la *Power Plate* que con la *Galileo*, pero claramente la primera se utiliza en menos ensayos que la segunda y al compararlo con otros entrenamientos no se obtuvieron diferencias significativas, quizás porque el movimiento oscilatorio sea más beneficioso para esta población que el movimiento triaxial.

Se continúa sin conocer explícitamente los beneficios y daños de las PV en mujeres posmenopáusicas y por lo tanto sería interesante llevar a cabo más ensayos clínicos, alternando con otros entrenamientos para conocer completamente el papel de esta terapia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. What evidence is there for the prevention and screening of osteoporosis? [Internet]. Copenhagen (Denmark): World Health Organization Regional Office for Europe. 2009 [citado 2 Enero 2015]. Disponible en: http://www.euro.who.int/HEN/Syntheses/osteoporosis/20060504_1/
2. Carrasco L, Alacid F, Martínez E. Efectos de los impactos mecánicos implicados en la práctica de diferentes deportes sobre las características óseas en deportistas. *Revista Española e Iberoamericana de Medicina de la Educación Física y el Deporte*. 2005;14(3):162-9.
3. Rubin C, Xu G, Judex S. The anabolic activity of bone tissue, suppressed by disuse, is normalized by brief exposure to extremely low-magnitude mechanical stimuli. *FASEB J*. 2001;15(12):2225-9.
4. Rubin CT, Sommerfeldt DW, Judex S, Qin Y. Inhibition of osteopenia by low magnitude, high-frequency mechanical stimuli. *Drug Discov Today*. 2001;6(16):848-58.
5. Compston J, Cooper A, Cooper C, Francis R, Kanis JA, Marsh D, et al. Guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women and men from the age of 50 years in the UK. *Maturitas*. 2009;62(2):105-8.
6. Hamdy RC, Baim S, Broy SB, Lewiecki EM, Morgan SL, Tanner SB, et al. Algorithm for the management of osteoporosis. *South Med J*. 2010;103(10):1009-15.

7. Kanis JA, Burlet N, Cooper C, Delmas PD, Reginster JY, Borgstrom F, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2008;19(4):399-428.
8. Qaseem A, Snow V, Shekelle P, Hopkins R, Jr., Forciea MA, Owens DK, et al. Pharmacologic treatment of low bone density or osteoporosis to prevent fractures: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med.* 2008;149(6):404-15.
9. Looker AC, Melton LJ, 3rd, Harris TB, Borrud LG, Shepherd JA. Prevalence and trends in low femur bone density among older US adults: NHANES 2005-2006 compared with NHANES III. *J Bone Miner Res.* 2010;25(1):64-71.
10. Prisby RD, Lafage-Proust MH, Malaval L, Belli A, Vico L. Effects of whole body vibration on the skeleton and other organ systems in man and animal models: what we know and what we need to know. *Ageing Res Rev.* 2008;7(4):319-29.
11. Rubin C, Turner AS, Bain S, Mallinckrodt C, McLeod K. Anabolism. Low mechanical signals strengthen long bones. *Nature.* 2001;412(6847):603-4.
12. Tiny vibrations may help muscle, bone, and balance. *Harv Womens Health Watch.* 2006;14(4):7.
13. Shea B, Bonaiuti D, Iovine R, Negrini S, Robinson V, Kemper HC, et al. Cochrane Review on exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Eura Medicophys.* 2004;40(3):199-209.
14. Judex S, Rubin CT. Is bone formation induced by high-frequency mechanical signals modulated by muscle activity? *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010;10(1):3-11.
15. Ozcivici E, Luu YK, Adler B, Qin YX, Rubin J, Judex S, et al. Mechanical signals as anabolic agents in bone. *Nat Rev Rheumatol.* 2010;6(1):50-9.
16. Lane NE. Epidemiology, etiology, and diagnosis of osteoporosis. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;194(2 Suppl):S3-11.
17. Roudsari BS, Ebel BE, Corso PS, Molinari NA, Koepsell TD. The acute medical care costs of fall-related injuries among the U.S. older adults. *Injury.* 2005;36(11):1316-22.
18. Kannus P, Parkkari J, Niemi S. Age-adjusted incidence of hip fractures. *Lancet.* 1995;346(8966):50-1.
19. Torvinen S, Kannus P, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study. *J Bone Miner Res.* 2003;18(5):876-84.
20. Cobos-Carbo A, Augustovski F. [CONSORT 2010 Declaration: updated guideline for reporting parallel group randomised trials]. *Med Clin (Barc).* 2011;137(5):213-5.
21. Lamb SE, Jorstad-Stein EC, Hauer K, Becker C, Prevention of Falls Network E, Outcomes Consensus G. Development of a common outcome data set for fall injury

prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. J Am Geriatr Soc. 2005;53(9):1618-22.

22. Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. BMC Musculoskeletal Disorders. 2006;7.

23. Beck BR, Norling TL. The Effect of 8 Mos of Twice-Weekly Low- or Higher Intensity Whole Body Vibration on Risk Factors for Postmenopausal Hip Fracture. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2010;89(12):997-1009.

24. 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 postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate. Aging Clinical and Experimental Research. 2005;17(2):157-63.

25. Stolzenberg N, Belavy DL, Beller G, Armbrecht G, Semler J, Felsenberg D. Bone strength and density via pQCT in post-menopausal osteopenic women after 9 months resistive exercise with whole body vibration or proprioceptive exercise. Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions. 2013;13(1):66-76.

26. Stolzenberg N, Belavy DL, Rawer R, Felsenberg D. Whole-body vibration versus proprioceptive training on postural control in post-menopausal osteopenic women. Gait & Posture. 2013;38(3):416-20.

27. Bemben DA, Palmer IJ, Bemben MG, Knehans AW. Effects of combined whole-body vibration and resistance training on muscular strength and bone metabolism in postmenopausal women. Bone. 2010;47(3):650-6.

28. Verschueren SMP, Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Haentjens P, Vanderschueren D, et al. The Effects of Whole-Body Vibration Training and Vitamin D Supplementation on Muscle Strength, Muscle Mass, and Bone Density in Institutionalized Elderly Women: A 6-Month Randomized, Controlled Trial. Journal of Bone and Mineral Research. 2011;26(1):42-9.

29. Von Stengel S, Kemmler W, Mayer S, Engelke K, Klarner A, Kalender WA. Effect of whole body vibration exercise on osteoporotic risk factors. Results of the controlled randomized longitudinal ELVIS study after one year. Deutsche Medizinische Wochenschrift. 2009;134(30):1511-6.

30. Ruan XY, Jin FY, Liu YL, Peng ZL, Sun YG. Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. Chinese Medical Journal (Engl). 2008;121(13):1155-8.

31. Slatkowska L, Alibhai SMH, Beyene J, Hu H, Demaras A, Cheung AM. Effect of 12 Months of Whole-Body Vibration Therapy on Bone Density and Structure in Postmenopausal Women A Randomized Trial. Annals of Internal Medicine. 2011;155(10):668-U45.

32. Von Stengel S, Kemmler W, Bebenek M, Engelke K, Kalender WA. Effects of Whole-Body Vibration Training on Different Devices on Bone Mineral Density. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(6):1071-9.

33. Iwamoto J, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H. Whole body vibration exercise improves body balance and walking velocity in postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate: Galileo and Alendronate Intervention Trail (GAIT). *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*. 2012;12(3):136-43.
34. Lai C-L, Tseng S-Y, Chen C-N, Liao W-C, Wang C-H, Lee M-C, et al. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*. 2013;8:1603-9.
35. Leung KS, Li CY, Tse YK, Choy TK, Leung PC, Hung VWY, et al. Effect of 18-month low-magnitude high-frequency vibration on fall rate and fracture risks in 710 community elderly-a cluster-randomized controlled trial. *Osteoporosis International*. 2014;25(6):1785-95.
36. Fernández A, Pérez C, Méndez VE, Fernández C, Méndez AP, Calero S. Social marketing and its influence in the solution of health problems. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2017;36(3):0-0.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no poseen ningún tipo de conflicto de intereses.