

Entrenamiento vibratorio en personas institucionalizadas mayores de 80 años para la mejora del equilibrio estático

Whole body vibration in institutionalized older people over the age of 80 to improve static balance

Francisco Alvarez Barbosa, Jesús del Pozo Cruz, Borja del Pozo Cruz

Universidad de Sevilla (España)

Resumen. El equilibrio es un factor determinante en las caídas que sufren las personas mayores. Las personas mayores institucionalizadas no pueden realizar ejercicios extenuantes debido a su condición física, por lo que el entrenamiento vibratorio puede ser una alternativa al ejercicio convencional. 44 personas institucionalizadas mayores de 80 años fueron aleatoriamente distribuidas en tres grupos: grupo vibración (GV), grupo sin vibración (GsV) o grupo control (GC), con el fin de determinar si un programa de ocho semanas de entrenamiento vibratorio tiene algún efecto sobre el equilibrio estático de estas personas. El entrenamiento vibratorio tuvo una frecuencia progresiva durante las ocho semanas de 30-35 Hz. y una amplitud constante de cuatro mm. Se realizaron tres sesiones a la semana. La estabilidad postural fue medida a través de una plataforma de fuerza recogiendo los datos antero-posterior (AP) y medio-lateral (ML), incluyendo distancia recorrida, velocidad media de ambos ejes y amplitud de los ejes x e y para determinar así el centro de presiones (COP) en una posición estática. De los 44 participantes aleatorizados en alguno de los grupos de estudio, sólo 33 concluyeron todos los requisitos del mismo y por tanto fueron analizados. No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables de estudio referidas a la estabilidad postural entre los grupos ($p > .05$). Este estudio no establece que un entrenamiento vibratorio de ocho semanas de duración pueda provocar mejoras en la postura estática en bipedestación de personas institucionalizadas mayores de 80 años.

Palabras clave. Entrenamiento vibratorio, Residencia de ancianos, Estabilidad postural, Prevención de caídas, Octogenarios, centro de presiones.

Abstract. Balance is a key factor in falls suffered by older people. Institutionalized older people cannot perform strenuous exercise due to their physical condition, so vibration training can be an alternative to conventional exercise. 44 institutionalized people aged over 80 years were randomly divided into three groups: vibration group (GV), no vibration group (GsV) or control group (GC), in order to determine whether a program of eight weeks of vibration training has any effect on static equilibrium of these people. The oscillation frequency progressive training had over eight weeks of 30-35 Hz. and a constant amplitude of four mm. Postural stability was measured by a force platform collecting the anterior-posterior (AP) and medium-lateral (ML), including distance, both axes main speed and amplitude of x and y axes, to determine the centre of pressure (COP) in a static position. Of the 44 participants randomized to one of the study groups, only 33 completed all requirements thereof and therefore were analysed. No significant differences in any of the study outcomes related to postural stability between the groups were found ($p > .05$). This study does not prove that a vibration training of eight weeks may cause improvements in static standing posture in institutionalized people over the age of 80.

Keywords. Vibration training, nursing home, postural stability, fall prevention, Octogenarian and centre of pressure.

Introducción

Las caídas son uno de los mayores y más costosos problemas en la sanidad pública de todo el mundo (Hartholt et al., 2011), concretamente el grupo de edad que sufre mayor número de caídas son las personas de avanzada edad. El porcentaje de personas mayores que sufren al menos una caída a lo largo de un año es del 30%, aumentado el porcentaje al 43% en personas mayores que residen de forma permanente en alguna institución (Rubenstein & Josephson, 2002). Este porcentaje sigue aumentando en personas mayores de 80 años hasta llegar al 50% (Inouye, Brown, & Tinetti, 2009). Al igual que aumentan los porcentajes de caídas conforme a la edad de las personas, también aumenta la gravedad de las lesiones producidas por las mismas (Hartholt et al., 2011), llegando a convertirse en la principal causa de mortalidad (Petridou et al., 2007) y morbilidad (Health Quality, 2008) en este tipo de población.

Se ha estudiado como el proceso de envejecimiento puede afectar a numerosos factores tales el control postural, el equilibrio y la movilidad funcional (Janssen, Heymsfield, & Ross, 2002), lo que añadido a una debilidad muscular y sedentarismo provocada por una progresiva pérdida de fuerza muscular (Joyner, 2005; Ramírez, 2010) explica los altos índices de caídas en personas mayores. Todo esto compromete la independencia en personas mayores que sufren alguna caída puesto que afecta a las actividades de la vida diaria (Chu, Chiu, & Chi, 2006), lo que conlleva una disminución de la calidad de vida (Iglesias, Manca, & Torgerson, 2009).

Debido a la prevalencia de las caídas, se han realizado numerosos esfuerzos a la hora de diseñar programas de actividad física, ya que la eficacia del ejercicio físico ha sido demostrada para reducir el riesgo de caída, mejoras en la habilidad y velocidad de la marcha (Rosendahl, Gustafson, Nordin, Lundin-Olsson, & Nyberg, 2008; Serra-Rexach et al., 2011), el equilibrio (Gusi et al., 2012; Jacobson, Thompson, Wallace, Brown, & Rial, 2011), y aumento de fuerza muscular (Rosendahl et al.,

2008). Estas mejoras pueden por tanto suponer una disminución en la dependencia funcional, un menor riesgo de caída y una mejora de la calidad de vida. Sin embargo, algunas de estas terapias físicas pueden ser demasiado vigorosas y extenuantes para personas mayores institucionalizadas (Beaudart et al., 2013), puesto que comparado con sus homogéneos que viven en la comunidad, las personas institucionalizadas tienen una movilidad más reducida y un peor equilibrio (Nitz & Josephson, 2011). Es por ello que el entrenamiento vibratorio ha incrementado su popularidad en los últimos años como una alternativa efectiva al entrenamiento convencional.

El entrenamiento vibratorio se basa en ejercicios encima de una plataforma que provoca vibraciones verticales que estimulan los propioceptores y producen contracciones musculares involuntarias (Burke & Schiller, 1976). Este tipo de entrenamiento minimiza el estrés generado en el sistema musculoesquelético, respiratorio y cardiovascular en comparación con el ejercicio tradicional (Bogaerts et al., 2009), además de poder conseguir en un corto periodo de tiempo una mejora en la estabilidad postural, reduciendo así el riesgo de caída en poblaciones mayores (Lam, Lau, Chung, & Pang, 2012).

La evaluación del equilibrio a través del mantenimiento de una postura estática se debe a la compleja implicación que el sistema sensoriomotor tiene sobre este tipo de tareas, además de ser una prueba sencilla y segura de realizar y administrar en personas de avanzada edad y/o con alguna discapacidad (Collins & De Luca, 1993). La razón de evaluar el equilibrio estático en personas mayores institucionalizadas es debida a una consecuencia propia del envejecimiento, esta no es otra que el deterioro musculoesquelético y de los sistemas sensoriales que sufre esta población, afectando al control de la postura y el equilibrio.

El entrenamiento vibratorio puede ser aplicado en personas mayores frágiles, así como en aquellas que reportan un estado de sedentarismo al comienzo de una intervención (Bautmans, Van Hees, Lemper, & Mets, 2005). Por lo tanto parece que el entrenamiento vibratorio, a pesar las contraindicaciones para determinados problemas físicos (implantes de marcapasos o placas, varices, tumores o enfermedades cardiovasculares severas), puede considerarse como una terapia válida para personas mayores que residen en instituciones, desafortunadamente, no existen muchos estudios sobre los efectos del ejercicio vibra-

torio en esta población, por lo que los resultados existentes no son concluyentes a la hora de saber si verdaderamente mejoran el control del equilibrio estático y por tanto reducen el riesgo de caída (Bautmans et al., 2005; Beaudart et al., 2013). Por lo que el objetivo de esta investigación es conocer si un programa de actividad física basado en entrenamiento vibratorio es capaz de mejorar el equilibrio estático consiguiendo así reducir el riesgo de caída en personas institucionalizadas mayores de 80 años.

Metodología

Participantes

El estudio controlado aleatorizado fue realizado entre los meses de marzo de 2013 y junio de 2013. El estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad de Sevilla siguiendo las indicaciones de la Declaración de Helsinki, que fue revisada en 2008 en Edimburgo.

Los participantes fueron reclutados de dos residencias de ancianos de la localidad de Sevilla (España), donde el personal de ambas instituciones identificó a las personas elegibles para el estudio, teniendo en cuenta los criterios de inclusión y de exclusión. Los residentes eran seleccionados si estaban institucionalizados de forma prolongada en alguna de las dos residencias donde se realizó el estudio, los participantes tenían que tener al menos 80 años de edad y no padecer ninguna afección física o mental grave que impidiese a los sujetos realizar los ejercicios establecidos de forma segura. Los participantes potenciales eran excluidos si tenían marcapasos, prótesis de rodilla o cadera, o algún otro impedimento físico, funcional o mental, tales como riesgo de sufrir trombos, hernias de hiato, operaciones recientes, problemas en la retina, tumores, demencia senil, etc... que impidiese al sujeto realizar los ejercicios sobre una plataforma vibratoria, tales como riesgo de sufrir trombos, hernias,

Todos los participantes en el estudio recibieron información del estudio de forma oral y escrita. Cada uno de los sujetos dio su consentimiento informado de forma escrita para poder participar en el estudio. De los 102 sujetos que la residencia consideró potenciales para participar, 58 mostraron un interés inicial en el estudio, sin embargo, sólo 44 de ellos cumplían todos y cada uno de los criterios de inclusión y exclusión, aun cumpliendo estos criterios, los participantes tenían las condiciones físicas y medicación típicas de una población de personas mayores institucionalizadas.

Para poder demostrar que el entrenamiento vibratorio podía mejorar el equilibrio estático y por tanto reducir el riesgo de caída en este tipo de población, los sujetos fueron distribuidos de forma aleatoria en uno de los tres grupos de estudio utilizando un programa de ordenador que randomizaba la distribución de los sujetos. Los grupos de estudios fueron: Grupo vibración (GV), Grupo Control (GC) y Grupo sin vibración (GsV) que realizaba el mismo protocolo de ejercicios que el grupo vibración pero con la máquina vibratoria apagada, con lo que no se utilizaba vibración durante el entrenamiento, todo ello con el fin de diferenciar si realmente era la vibración la que ayuda a mejorar el equilibrio estático o simplemente los ejercicios que se realizaban sobre esta.

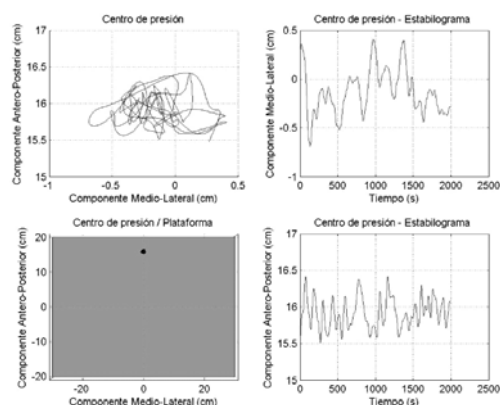


Figura 1. Ejemplo de centro de presiones y estabilograma de una prueba de ojos abiertos.

Instrumentos

Las variables socio-demográficas (edad y género), composición corporal (peso, talla) índice de cintura-cadera obtenidos a partir de la medición del perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante y el perímetro máximo de la cadera a nivel de los glúteos, y número de caídas (medidas desde el inicio hasta final del estudio) fueron medidas o preguntadas al personal de la residencia al inicio del programa y anotadas en un cuestionario estándar.

La estabilidad postural fue medida usando una plataforma de fuerza Kistler, modelo (Kistler Instruments AG, Winterthur, Switzerland) que recogía los valores antero-posterior (AP) y medio-lateral (ML) para calcular el centro de presión (COP), mientras los sujetos estaban sobre la plataforma en una posición de pie y erguida.

Los datos en la plataforma de fuerza fueron obtenidos con una velocidad de muestreo de 1000 Hz. y transformados para obtener los valores del centro de presión usando el programa matemático Matlab V.7.12 (R2011a)(The MathWorks, Inc.), para el cual se elaboró una rutina de codificación de datos siguiendo las fórmulas del estudio de Prieto (Prieto, Myklebust, Hoffmann, Lovett, & Myklebust, 1996). (Figura 1) Las plataformas de fuerza tiene una excelente fiabilidad (>.90) a la hora de evaluar el equilibrio estático, siendo más fiable aun en pruebas con ojos cerrados cuando se trata de evaluar el control del equilibrio (Bauer, Groger, Rupperecht, & Gassmann, 2008).

Las variables del equilibrio estático de los participantes en el estudio incluyen distancia, velocidad y amplitud. Las series de tiempo antero-posterior y medio-lateral fueron pasadas por un filtro digital de cuarto orden Butterworth a una frecuencia de corte de cinco Hz. Los últimos 20 segundos de la prueba (20000 puntos) fueron utilizados para el cálculo de las variables. La media del centro de presiones es una posición en la plataforma de fuerza definida por la media aritmética de las series temporales antero-posterior y medio-laterales.

La distancia del eje AP y ML son los valores medios absolutos de las series temporales y representan la distancia media del centro de presiones. Es decir, la distancia se calcula a partir del sumatorio de las diferencias existentes entre puntos consecutivos durante toda la serie temporal. Los datos sobre las variables de velocidad media (Datos calculados a partir de la distancia dividida entre los 20 segundos correspondientes al análisis de la prueba) son en referencia al centro de presiones. Por su parte la amplitud es la distancia máxima entre dos puntos cualesquiera de las series temporales de los respectivos ejes que conforman el centro de presiones.

Estas variables fueron medidas mediante dos pruebas caracterizadas por el incremento de su dificultad. Las dos pruebas se realizaron sobre la plataforma de fuerza en una posición erguida, con una amplitud de pies semejante a la anchura de las caderas y con los brazos en jarra a la altura de la cintura. La primera posición se realizó con los ojos abiertos, mientras que la segunda se realizó con los ojos cerrados. Cada prueba tenía una duración de 30 segundos seguidos de un periodo de descanso de un minuto entre pruebas (Prieto et al., 1996).

Procedimiento

El programa de entrenamiento tuvo una duración de ocho semanas en las que se realizaban tres sesiones semanales con al menos 24 horas de descanso entre cada una de ellas. Todas las sesiones comenzaban con un calentamiento donde los participantes adoptaban una posición de squat isométrico con las rodillas flexionadas a 100° durante 30 segundos con una frecuencia de 30 Hz. y una amplitud de cuatro mm. Este ejercicio de calentamiento se realizaba tres veces. Después del calentamiento, se les pedía a los participantes que realizaran seis ejercicios

Tabla 1 Descripción del protocolo de entrenamiento

Semanas	Sesiones/sem	Calentamiento	Nº de ejercicios	Nº de repeticiones	Frecuencia (Hz.) / amplitud (mm.)	Descanso (s.)	Repeticiones
1-2	3	3/30s/30s	6	6	30/4	45	48
3-4	3	3/30s/30s	6	8	30/4	45	64
5-6	3	3/30s/30s	6	10	35/4	45	80
7-8	3	3/30s/30s	6	12	35/4	45	96

El grupo GsV realizaba el mismo protocolo de entrenamiento con excepción de la vibración.

(subir y bajar escalones, zancada, sentadillas, elevación de talones, pivotaje a derecha e izquierda y pivotaje de delante hacia atrás) sobre la plataforma vibratoria con movimientos lentos, concretamente con un rango de tres segundos entre sus fases concéntrica y excéntrica. Las repeticiones en cada ejercicio fueron incrementándose de forma gradual cada dos semanas, comenzando desde seis hasta llegar a las 12 repeticiones con un periodo de descanso de 45 segundos entre cada serie durante todo el programa de intervención. A todos los participantes del estudio se les dijo que mantuviesen su nivel de actividad física fuera de las sesiones de intervención, así como que no variasen sus actividades de la vida cotidiana durante el transcurso del estudio. (Tabla 1)

La diferencia existente entre los dos grupos de intervención (GV, GS) residió en la plataforma vibratoria, puesto que ambos grupos realizaron los mismos ejercicios pero solo el grupo GV recibió la vibración durante la realización de los mencionados ejercicios. La plataforma vibratoria utilizada para las sesiones de entrenamiento fue una plataforma vertical (YV20RS 700, BH, España) con una frecuencia de 30 Hz. durante el primer mes y 35 Hz. en el último mes de estudio. La amplitud a la que se realizaban los ejercicios fue de cuatro mm, la cual se mantuvo durante todo el programa.

Todos los participantes de los dos grupos donde existió intervención recibieron una primera sesión que consistió en una explicación del programa y la realización de los seis ejercicios, con el fin de que aprendiesen tanto el funcionamiento de la plataforma como el protocolo de entrenamiento que se iba a seguir durante las ocho semanas que duraba el estudio. Cada sesión de entrenamiento fue supervisada por uno de los investigadores, así como por un fisioterapeuta perteneciente a la propia institución.

Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico de los datos fue realizado utilizando el programa SPSS versión 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). El nivel de significación fue establecido en $p < .05$ para todos los análisis. Se examinó la distribución de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Después de confirmar la distribución normal de los datos para todas las variables, se utilizó la prueba de ANOVA de un factor para las variables continuas y la prueba del chi cuadrado para las variables categóricas con el fin de determinar si existían diferencias dentro de los grupos al inicio del estudio. Para comparar los grupos después del tratamiento se utilizó un ANOVA con medidas repetidas. El tamaño del efecto se usó para determinar la magnitud de los cambios y fue calculado mediante la diferencia de medias dividido por desviación estándar combinada. El coeficiente de Cohen se usó para evaluar el cambio. Un cambio entre 0 y 0.2 se consideró muy pequeño, entre 0.2-0.6 se consideró pequeño, entre 0.6-1.2 moderado, entre 1.2-2 se consideró grande y mayor a 2 se consideró muy grande (Batterham & Hopkins, 2006).

Resultados

Cuarenta y cuatro residentes fueron finalmente distribuidos de forma aleatoria en alguno de los tres grupos. Ninguno de los participantes de los grupos de intervención mostraron problemas de salud durante el tratamiento, sin embargo, solo el 73% (11 de 15) de los sujetos asociados a alguno de los dos grupos completó al menos el 80% de las sesiones que se ofrecieron durante las 8 semanas de tratamiento por lo que los que no completaron dicho requisito fueron excluidos del análisis

Tabla 2. Características de los participantes en el estudio (n=33)

Variables	Grupo control (n=11)	Grupo sin Vibración (n=11)	Grupo Vibración (n=11)	Total (n=33)	p
Variables socio-demográficas					
Edad (años)	85.4 (5.50)	86.27 (6.46)	84.82 (2.82)	85.50 (5.02)	.802
Género (% mujeres)	81.8	63.6	72.7	72.7	.628
Composición corporal					
Peso	71.10 (12.60)	67.70 (10.76)	67.34 (11.75)	68.72 (11.49)	.711
Talla	1.53 (.05)	1.57 (.09)	1.58 (.08)	1.56 (.08)	.342
Índice de cintura	107.36 (13.74)	108.36 (8.24)	102.27 (7.76)	106.00 (10.31)	.343
Índice de cadera	116.81 (11.71)	110.81 (6.80)	110.72 (8.08)	112.78 (9.28)	.216
Otras variables					
Número de caídas	.00 (.00)	.18 (.40)	.18 (.40)	.12 (.33)	.342

Los valores son media (SD) p; p: p value de la prueba Anova de un factor con análisis post hoc análisis o chi cuadrado.

de los datos. En el grupo control, el 78% (11 de 14) de los participantes fueron evaluados al principio y tras la finalización de las ocho semanas de tratamiento, con lo que fueron incluidos en el análisis de los datos.

Las variables socio-demográficas, de composición corporal y caídas previas de la línea base se muestran en la tabla 2. No se encontraron diferencias significativas entre los participantes que se incluyeron en alguno de los tres grupos de estudio. A través de la prueba ANOVA de un factor no se encontraron efectos significativos en ninguna de las

Tabla 3. Efectos de la intervención en la estabilidad postural. Prueba de ojos abiertos

Variables	Pre-intervención				Post-intervención				Tamaño del efecto
	Grupo control (n=11)	Grupo vibración (n=11)	Grupo sin vibración (n=11)	P^a	Grupo control (n=11)	Grupo vibración (n=11)	Grupo sin vibración (n=11)	P^b	
COP (cm)	21.56 (10.14)	20.37 (6.96)	22.13 (7.94)	.884	31.99 (33.62)	18.43 (7.76)	24.17 (8.49)	.320	.033
COP y (cm)	9.37 (4.86)	9.74 (4.16)	11.08 (5.93)	.708	13.83 (12.68)	8.12 (4.24)	11.48 (6.16)	.236	.085
COP x (cm)	17.33 (7.66)	15.74 (5.22)	16.65 (5.18)	.831	25.99 (28.99)	14.85 (6.06)	18.68 (5.77)	.404	.059
Amplitud y (cm)	1.60 (.82)	1.36 (.70)	1.82 (1.34)	.554	2.10 (1.80)	1.01 (.45)	1.56 (.70)	.330	.071
Amplitud x (cm)	2.10 (.78)	1.85 (.71)	2.23 (0.80)	.513	3.15 (2.44)	1.89 (.83)	2.74 (.97)	.341	.069
Vmed d (cm/s)	1.07 (.50)	1.01 (.34)	1.10 (0.39)	.883	1.59 (1.68)	.92 (.38)	1.20 (.42)	.346	.068
Vmed y (cm/s)	.46 (.24)	.48 (.20)	.55 (0.29)	.708	.69 (.63)	.40 (.21)	.57 (.30)	.263	.085
Vmed x (cm/s)	.86 (.38)	.78 (.26)	.83 (.25)	.831	1.30 (1.44)	.74 (.30)	.93 (.28)	.404	.059

Valores dados como medias (SD); P^a : p value de la prueba ANOVA de un factor para determinar las diferencias iniciales entre grupos; P^b : p value de la prueba ANOVA con medidas repetidas para comparar las diferencias entre grupos pre-post intervención. COP: Center of pressure; x-y: Ejes de coordenadas; Vmed: Velocidad media; cm: centímetros; s: segundos

Tabla 4. Efectos de la intervención en la estabilidad postural. Prueba de cerrados

Variables	Pre-intervención				Post-intervención				Tamaño del efecto
	Grupo control (n=11)	Grupo vibración (n=11)	Grupo sin vibración (n=11)	P^a	Grupo control (n=11)	Grupo vibración (n=11)	Grupo sin vibración (n=11)	P^b	
COP (cm)	29.30 (16.73)	30.42 (13.61)	27.93 (10.75)	.916	32.25 (22.02)	30.08 (15.39)	28.33 (7.51)	.655	.014
COP y (cm)	11.94 (6.00)	12.55 (6.16)	13.76 (8.80)	.832	15.48 (13.43)	12.06 (7.11)	11.88 (5.74)	.193	.104
COP x (cm)	24.14 (14.66)	25.10 (11.76)	21.17 (6.61)	.708	24.78 (15.38)	25.06 (12.65)	23.21 (5.19)	.759	.018
Amplitud y (cm)	1.80 (.73)	1.42 (.74)	1.44 (.58)	.365	1.91 (1.50)	1.37 (.69)	1.86 (.98)	.488	.047
Amplitud x (cm)	3.15 (1.38)	2.70 (1.30)	2.57 (.80)	.498	2.91 (1.50)	2.25 (.97)	2.64 (0.60)	.454	.051
Vmed d (cm/s)	1.46 (.83)	1.52 (.68)	1.39 (.53)	.916	1.61 (1.10)	1.50 (.76)	1.41 (.37)	.655	.028
Vmed y (cm/s)	.59 (.30)	.62 (.30)	0.68 (.44)	.832	.77 (.67)	.60 (.35)	.59 (.28)	.193	.104
Vmed x (cm/s)	1.20 (.73)	1.25 (.58)	1.05 (.33)	.708	1.23 (.76)	1.25 (.63)	1.16 (.25)	.759	.018

Valores dados como medias (SD); P^a : p value de la prueba ANOVA de un factor para determinar las diferencias iniciales entre grupos; P^b : p value de la prueba ANOVA con medidas repetidas para comparar las diferencias entre grupos pre-post intervención. COP: Center of pressure; x-y: Ejes de coordenadas; Vmed: Velocidad media; cm: centímetros; s: segundos

variables estudiadas de estabilidad postural entre los grupos de estudio después de las ocho semanas de tratamiento ($p > .05$). (Tabla 3 y 4)

Discusión

Las caídas son una de las principales causas de mortalidad (Petridou et al., 2007) y morbilidad (Health Quality, 2008) en personas mayores institucionalizadas. Desde nuestro conocimiento, este es uno de los pocos trabajos de investigación existentes sobre cómo el entrenamiento vibratorio afecta al equilibrio estático de personas institucionalizadas de tan avanzada edad. Después de las ocho semanas de intervención, no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables estudiadas sobre el equilibrio estático entre los grupos de estudio. Estos resultados concuerdan con estudios realizados en mujeres mayores institucionalizadas, donde a través de un programa de ejercicio vibratorio de seis meses de duración, encontraron diferencias significativas dentro del grupo de vibración en las pruebas de ojos abiertos y la prueba de ojos cerrados. Sin embargo, tampoco encontraron diferencias cuando lo compararon con el grupo control (A. Bogaerts et al., 2011). Otro estudio realizado en personas con edad comprendida entre los 50 y los 80 años no institucionalizadas utilizó un protocolo de entrenamiento vibratorio de tres meses en el que a pesar de encontrar mejoras en la fuerza muscular y velocidad de contracción de algunos grupos musculares, tampoco pudieron concluir diferencias significativas en cuanto al equilibrio estático (Mikhael, Orr, Amsen, Greene, & Singh, 2010).

Por otro lado, estudios realizados en otro tipo de poblaciones sugieren que el entrenamiento vibratorio puede mejorar el equilibrio estático. Algunos autores encontraron beneficios del entrenamiento vi-

bratorio en el control del equilibrio estático en mujeres de mediana edad (Spiliopoulou, Amiridis, Tsigganos, Economides, & Kellis, 2010). Resultados similares se encuentran en un estudio realizado con personas con diabetes tipo II, en el cual se encontró que los participantes del grupo en el que existió intervención, presentaban mejores valores después de un entrenamiento vibratorio de 12 semanas de duración y estas mejoras eran significativas en comparación con el grupo control (Del Pozo-Cruz et al., 2013).

Los resultados encontrados por los autores anteriormente mencionados nos hace plantearnos la importancia de realizar un mayor esfuerzo en investigar el entrenamiento vibratorio como método para la mejora del equilibrio estático, ya que está demostrado que la exposición a la vibración puede llegar a suponer una mejora en el rendimiento muscular, concretamente una mejora en la fuerza y la activación muscular (Cardinale & Bosco, 2003), suponiendo por lo tanto un tratamiento clínicamente relevante. Esto puede deberse a la mayor exposición a la vibración que tuvieron los sujetos de estos estudios, ya que a pesar de también realizar tres sesiones semanales y ser un número y tipo similar de ejercicios desarrollados sobre la plataforma vibratoria, tuvieron cuatro semanas más de estudio en ambos casos.

Este trabajo tiene una serie de limitaciones que han de tenerse en cuenta. La primera de ellas se debe a la aplicación de estrictos criterios que implica el ejercicio vibratorio para poder participar en el estudio, debido a esto, es posible que la totalidad de personas mayores institucionalizadas no se vean representadas, lo que sugiere que no podemos generalizar los resultados encontrados. Debido al tamaño de la muestra tampoco es posible determinar cuál es la dosis óptima de vibración necesaria para mejorar el equilibrio estático en personas mayores institucionalizadas. Una posible explicación a la falta de efectos fue el tiempo de intervención; ocho semanas de exposición a entrenamiento vibratorio puede no ser suficiente para estimular alguna adaptación neuromuscular.

Conclusiones

Ocho semanas de entrenamiento vibratorio parece no tener efectos significativos en el equilibrio estático de personas institucionalizadas mayores de 80 años. Los hallazgos en otras poblaciones nos hace pensar que hace falta más investigación sobre los efectos del entrenamiento vibratorio en el control del equilibrio estático, puesto que quizás con otro tipo de vibración o simplemente aumentando el tiempo de exposición a la misma, se pueda mejorar la estabilidad de las personas institucionalizadas de edad avanzada, con el fin de reducir el riesgo de caída y por lo tanto las lesiones y contratiempos que estas personas les ocasionan.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la residencia Nuestra Señora de la Consolación y a la residencia Fundomar la ayuda prestada al cedernos sus instalaciones para la realización del estudio, así como agradecer a todos y cada uno de los participantes en el estudio por su implicación durante el mismo.

Referencias

Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International journal of sports physiology and performance*, 1(1), 50-57.

Bauer, C., Groger, I., Rupprecht, R., & Gassmann, K. G. (2008). Intrasession reliability of force platform parameters in community-dwelling older adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(10), 1977-1982. doi: 10.1016/j.apmr.2008.02.033

Bautmans, L., Van Hees, E., Lemper, J. C., & Mets, T. (2005). The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial [ISRCTN62535013]. *BMC Geriatrics*, 5, 17. doi: 10.1186/1471-2318-5-17

Beaudart, C., Maquet, D., Mannarino, M., Buckinx, F., Demonceau, M., Crielaard, J. M., ... Bruyere, O. (2013). Effects of 3 months of short sessions of controlled whole body vibrations on the risk of falls among nursing home residents. *BMC Geriatrics*, 13, 42. doi: 10.1186/1471-2318-13-42

Bogaerts, A., Delecluse, C., Boonen, S., Claessens, A. L., Milisen, K., & Verschueren, S. M.

(2011). Changes in balance, functional performance and fall risk following whole body vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women. A 6 month randomized controlled trial. *Gait and Posture*, 33(3), 466-472. doi: 10.1016/j.gaitpost.2010.12.027

Bogaerts, A. C., Delecluse, C., Claessens, A. L., Troosters, T., Boonen, S., & Verschueren, S. M. (2009). Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial). *Age Ageing*, 38(4), 448-454. doi: 10.1093/ageing/afp067

Burke, D., & Schiller, H. H. (1976). Discharge pattern of single motor units in the tonic vibration reflex of human triceps surae. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 39(8), 729-741.

Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(1), 3-7.

Collins, J. J., & De Luca, C. J. (1993). Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories. *Experimental Brain Research*, 95(2), 308-318.

Chu, L. W., Chiu, A. Y., & Chi, I. (2006). Impact of falls on the balance, gait, and activities of daily living functioning in community-dwelling Chinese older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(4), 399-404.

Del Pozo-Cruz, J., Alfonso-Rosa, R. M., Ugia, J. L., McVeigh, J. G., Pozo-Cruz, B. D., & Sanudo, B. (2013). A primary care-based randomized controlled trial of 12-week whole-body vibration for balance improvement in type 2 diabetes mellitus. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(11), 2112-2118. doi: 10.1016/j.apmr.2013.05.030

Gusi, N., Carmelo Adsuar, J., Corzo, H., Del Pozo-Cruz, B., Olivares, P. R., & Parraca, J. A. (2012). Balance training reduces fear of falling and improves dynamic balance and isometric strength in institutionalised older people: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 58(2), 97-104. doi: 10.1016/S1836-9553(12)70089-9

Hartholt, K. A., van Beeck, E. F., Polinder, S., van der Velde, N., van Lieshout, E. M., Panneman, M. J., ... Patka, P. (2011). Societal consequences of falls in the older population: injuries, healthcare costs, and long-term reduced quality of life. *Journal of Trauma*, 71(3), 748-753. doi: 10.1097/TA.0b013e3181f6f5e5

Health Quality, O. (2008). Prevention of falls and fall-related injuries in community-dwelling seniors: an evidence-based analysis. *The Ontario Health Technology Assessment Series*, 8(2), 1-78.

Iglesias, C. P., Manca, A., & Torgerson, D. J. (2009). The health-related quality of life and cost implications of falls in elderly women. *Osteoporosis International*, 20(6), 869-878. doi: 10.1007/s00198-008-0753-5

Inouye, S. K., Brown, C. J., & Tinetti, M. E. (2009). Medicare nonpayment, hospital falls, and unintended consequences. *New England Journal of Medicine*, 360(23), 2390-2393. doi: 10.1056/NEJMp0900963

Jacobson, B. H., Thompson, B., Wallace, T., Brown, L., & Rial, C. (2011). Independent static balance training contributes to increased stability and functional capacity in community-dwelling elderly people: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(6), 549-556. doi: 10.1177/0269215510392390

Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889-896.

Joyner, M. J. (2005). Muscle strength, body composition, hormones, and aging. *Exercise and Sport Sciences Review*, 33(2), 61-62.

Lam, F. M., Lau, R. W., Chung, R. C., & Pang, M. Y. (2012). The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, 72(3), 206-213. doi: 10.1016/j.maturitas.2012.04.009

Mikhael, M., Orr, R., Amsen, F., Greene, D., & Singh, M. A. (2010). Effect of standing posture during whole body vibration training on muscle morphology and function in older adults: a randomised controlled trial. *BMC Geriatrics*, 10, 74. doi: 10.1186/1471-2318-10-74

Nitz, J. C., & Josephson, D. L. (2011). Enhancing functional balance and mobility among older people living in long-term care facilities. *Geriatrics Nursing*, 32(2), 106-113. doi: 10.1016/j.gerinurse.2010.11.004

Petridou, E. T., Kyllekidis, S., Jeffrey, S., Chishti, P., Dessypris, N., & Stone, D. H. (2007). Unintentional injury mortality in the European Union: how many more lives could be saved? *Scandinavian Journal of Public Health*, 35(3), 278-287. doi: 10.1080/14034940600996662

Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Hoffmann, R. G., Lovett, E. G., & Myklebust, B. M. (1996). Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 43(9), 956-966. doi: 10.1109/10.532130

Ramírez, F. S. M. A. C. K. M. y. J. V. (2010). Actividad Física y sedentarismo: Repercusiones sobre la salud y calidad de vida de las personas mayores. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*(17), 126-129.

Rosendahl, E., Gustafson, Y., Nordin, E., Lundin-Olsson, L., & Nyberg, L. (2008). A randomized controlled trial of fall prevention by a high-intensity functional exercise program for older people living in residential care facilities. *Aging clinical and experimental research*, 20(1), 67-75.

Rubenstein, L. Z., & Josephson, K. R. (2002). The epidemiology of falls and syncope. *Clinics in Geriatric Medicine*, 18(2), 141-158.

Serra-Rexach, J. A., Bustamante-Ara, N., Hierro Villaran, M., Gonzalez Gil, P., Sanz Ibanez, M. J., Blanco Sanz, N., ... Lucia, A. (2011). Short-term, light- to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(4), 594-602. doi: 10.1111/j.1532-5415.2011.03356.x

Spiliopoulou, S. I., Amiridis, I. G., Tsigganos, G., Economides, D., & Kellis, E. (2010). Vibration effects on static balance and strength. *International Journal of Sports Medicine*, 31(9), 610-616. doi: 10.1055/s-0030-1249618