

Efectos del entrenamiento con plataforma vibratoria en el equilibrio de mujeres mayores

Ricardo Usano, Pablo Abián, Javier Abián-Vicén

Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo.

Recibido: 03.09.2013

Aceptado: 27.03.2014

Resumen

El propósito de este estudio ha sido determinar la influencia en el equilibrio estático y dinámico de un entrenamiento en una plataforma vibratoria en mujeres mayores físicamente activas. Participaron voluntariamente 21 mujeres, 10 en el Grupo Control (Edad = $65,2 \pm 4,0$ años) y 11 en el Grupo Experimental (Edad = $63,5 \pm 7,5$ años). Se usaron el *Standing Balance Test* (SBT) y el *Star Excursion Balance Test* (SEBT) para la medición del equilibrio estático y dinámico. Se tomaron las mediciones antes y después de 4 semanas, en las que los sujetos de ambos grupos realizaron sus rutinas de entrenamiento habituales. Además los sujetos del grupo experimental realizaron 8 sesiones de entrenamiento sobre una plataforma vibratoria, consistente en la realización de 4 ejercicios a una intensidad de 30 Hz, durante 30 segundos, con 45 segundos de descanso. Se encontraron correlaciones negativas entre la edad y los valores obtenidos en el SBT ($r = -0,66$; $P < 0,01$) y entre la edad y las componentes del SEBT (desde $r = -0,54$ hasta $r = -0,64$; $P < 0,05$), lo que nos indica que el equilibrio disminuía conforme aumentaba la edad de los sujetos. Se vio una tendencia a la significación en la interacción entre el instante de medición y el grupo en el SBT ($F = 4,126$; $P = 0,056$). Se encontraron mejoras significativas en el grupo experimental en el *Standing Balance Test* (Pre = $10,70 \pm 9,93$ s; Post = $16,91 \pm 17,20$ s; $P = 0,007$) y en las componentes antero-medial ($P = 0,021$), posterior ($P = 0,017$) y postero-medial ($P = 0,001$) del *Star Excursion Balance Test*. Como conclusión podemos afirmar que el uso de la plataforma vibratoria, mejoró el equilibrio estático y dinámico en el grupo de mujeres mayores que realizó el entrenamiento.

Palabras clave:

Biomecánica.
Ejercicio físico. Equilibrio.
Mayores. Salud.
Calidad de vida.

Effects of vibration training on balance in older women

Summary

The purpose of this study was to determine if the training on a vibration platform influenced in the static and dynamic balance of physically active older women. 21 older women participated in the study, 10 in the control group (age = 65.2 ± 4.0 years) and 11 in the experimental group (age = 63.5 ± 7.5 years). The Standing Balance Test and the Star Excursion Balance Test were used to measuring static and dynamic balance. Measurements were taken before and after 4 weeks, in which the subjects of both groups performed their regular training routines. In addition the subjects of the experimental group performed 8 sessions of training on a vibrating platform that involved the performance of 4 exercises at an intensity of 30 Hz for 30 seconds with 45 seconds of rest. Negative correlations were found between age and the values registered in the SBT ($r = -0.66$; $P < 0.01$) and between age and SEBT components (from $r = -0.54$ to $r = -0.64$; $P < 0.05$), which indicates that the balance decreased as the age of the subjects increased. A tendency to significance were found in the interaction between the measurement instant and the group in the SBT ($F = 4.126$; $P = 0.056$). Significant improvements were found in the experimental group in the Standing Balance Test (Pre = 10.70 ± 9.93 s; Post = 16.91 ± 17.20 s, $P = 0.007$) and in the anterior-medial ($P = 0.021$), posterior ($P = 0.017$) and posterior-medial ($P = 0.001$) components of the Star Excursion Balance Test. In conclusion the use of the vibrating platform, improved static and dynamic balance in the group of older women who conducted the training.

Key words:

Biomechanics.
Exercise. Balance. Elderly.
Health. Quality of life.

Correspondencia: Javier Abián-Vicén

E-mail: javier.abian@uclm.es

Introducción

El uso de las plataformas vibratorias se está extendiendo en la población, este método consiste en el entrenamiento mediante la aplicación de vibraciones que provocan efectos similares al entrenamiento con ciclos de estiramiento-acortamiento de una forma mucho más controlada y garantizando la integridad del aparato locomotor¹. Como efecto de la vibración, el tejido muscular se ve sometido a una modificación de su longitud en un período breve de tiempo, lo que favorece la aparición del reflejo tónico vibratorio². Este reflejo es una respuesta provocada por la vibración aplicada directamente sobre un vientre muscular o un tendón y se caracteriza por la activación del huso muscular a través de las fibras la aferentes y la activación de las fibras musculares extrafusales a través de las motoneuronas α ³.

Algunos autores como Roelants *et al.*⁴, han considerado que es uno de los mayores avances en los medios de entrenamiento de la fuerza, la velocidad y la flexibilidad, otros autores como Ebben *et al.*⁵ añaden que se ha utilizado para la rehabilitación, el desarrollo óseo, la mejora del rendimiento físico y el rendimiento neuromuscular agudo. Según Cardinale y Bosco⁶ y Cardinale y Lim⁷ las respuestas humanas a las vibraciones conllevan tanto respuestas biomecánicas como fisiológicas. En este sentido De Hoyo *et al.*⁸ encontraron un incremento en la fuerza explosiva de los miembros inferiores con la realización de una sola sesión de entrenamiento sobre una plataforma vibratoria.

Las expectativas que el sistema ha generado se basan en la facilidad de uso y en la rapidez en la aparición de resultados, si a ello le añadimos que el tiempo necesario para efectuar una sesión de entrenamiento puede ser de diez minutos, efectuado dos días por semana, no resulta nada extraño que el sistema se empiece a utilizar en ámbitos tan variados como el entrenamiento deportivo y la rehabilitación de lesiones^{9,10}.

En los últimos años se han realizado diversos estudios para comprobar la eficacia de las plataformas vibratorias en el equilibrio en diferentes tipos de poblaciones. Torvinen *et al.*¹⁰ encontró que 4 meses de entrenamiento sobre plataforma vibratoria incrementaba la altura de los saltos verticales en un 8,5% sin embargo no tenía influencia sobre el equilibrio en sujetos jóvenes sanos. Diversos estudios realizados con personas mayores han encontrado mejoras en la fuerza^{9,11,12} y en el equilibrio^{13,14} por el uso de plataformas vibratorias en intervenciones que oscilaron desde las 6 semanas a los 12 meses.

A medida que la persona cumple años, una serie de cambios irán apareciendo en su cuerpo, lo que provoca enlentecimiento de las actividades corporales y cerebrales, disminución de las percepciones sensoriales, fragilidad en los órganos y sistemas y otras perturbaciones en las funciones vitales. Muchos de estos cambios se acentúan si la persona deja de participar en actividades físicas que la obligan a utilizar y poner a prueba las funciones de su cuerpo¹⁵.

El sentido del equilibrio empieza a deteriorarse en la tercera década de la vida de cada persona y de ahí en adelante empieza un retroceso que, a menos que se tomen las medidas adecuadas no se puede parar¹⁶. La estabilidad de la postura de un adulto mayor se considera importante para llevar a cabo actividades comunes de la vida diaria como caminar, girar, o incluso ponerse de pie. El mantenimiento de la postura y la estabilidad es multifactorial, pero lo normal es relacionar

con la edad la disminución de los sistemas sensoriales y motores que afectan negativamente a la estabilidad postural y que reduce la eficiencia para llevar a cabo estas tareas y que pueden degenerar en un mayor riesgo de caídas¹⁵.

En esta línea, se han realizado varios estudios en los que se trataba de mejorar el equilibrio para la prevención de las caídas, en su mayoría mediante el entrenamiento de la fuerza del tren inferior. En algún estudio como los de Campbell *et al.*¹⁷, Campbell *et al.*¹⁸ o Rubenstein *et al.*¹⁹ encontraron que mediante el entrenamiento de la fuerza del tren inferior, el equilibrio se veía mejorado, mientras que en otros como el de Steinberg *et al.*²⁰, el equilibrio no se veía influenciado por este tipo de entrenamientos.

El propósito de este estudio ha sido determinar la influencia en el equilibrio estático y dinámico de 4 semanas de entrenamiento en una plataforma vibratoria durante 10 minutos al día 2 veces a la semana, en mujeres mayores físicamente activas.

Material y método

Este trabajo ha sido planteado como un Ensayo Experimental, para evaluar la eficacia de una plataforma vibratoria en un aspecto concreto como es el equilibrio (tanto en su manifestación estática como dinámica) en mujeres mayores.

Muestra

Participaron voluntariamente en el estudio un grupo conformado por 21 mujeres, con una media de $64,33 \pm 6,04$ años. Para el cálculo del tamaño muestral se utilizó como referencia el estudio realizado por Behpoor *et al.*²¹ donde se analizó la influencia de un programa de ejercicio en grupo en el *Standing Balance Test* en un grupo de mujeres con edades comprendidas entre los 65 y los 70 años. El número mínimo de sujetos requeridos considerando un error alfa de 0,05 y un error beta de 0,1 (potencia de 0,9) se estableció en 5. Los criterios de inclusión para poder participar en el estudio fueron los siguientes:

Edad: Comprendida entre 55 y 75 años.

Actividad física: Todos los sujetos de estudio eran físicamente activos (realizaban al menos 30 minutos de ejercicio físico 5 días a la semana, lo recomendado por el *American College of Sports Medicine*, siendo su nivel de actividad física de moderado-bajo a moderado-alto. No existen en la muestra sujetos inactivos, deportistas o exdeportistas de élite que superen un nivel de actividad física de moderado-alto.

Sexo: La muestra estaba compuesta únicamente por mujeres.

Historial médico: Ningún sujeto de la muestra padecía enfermedades que pudieran influir en las mediciones del equilibrio.

Todos los sujetos fueron captados en un gimnasio situado en la Comunidad de Madrid y fueron informados de los objetivos y las características del estudio, así como de los riesgos asociados con los protocolos de la investigación y entregaron al investigador una carta de consentimiento firmada para participar en el estudio. El estudio se desarrolló respetando las recomendaciones internacionales sobre investigación clínica ratificadas en la declaración de Helsinki y actualizadas en 2008 por la Sociedad Americana de Fisiología.

Se realizó un sorteo aleatorio para establecer los sujetos que formaron parte del grupo control y del grupo experimental. Estableciéndose los dos grupos (grupo control con 10 sujetos y grupo experimental con 11 sujetos) con las características descriptivas que se pueden observar en la Tabla 1.

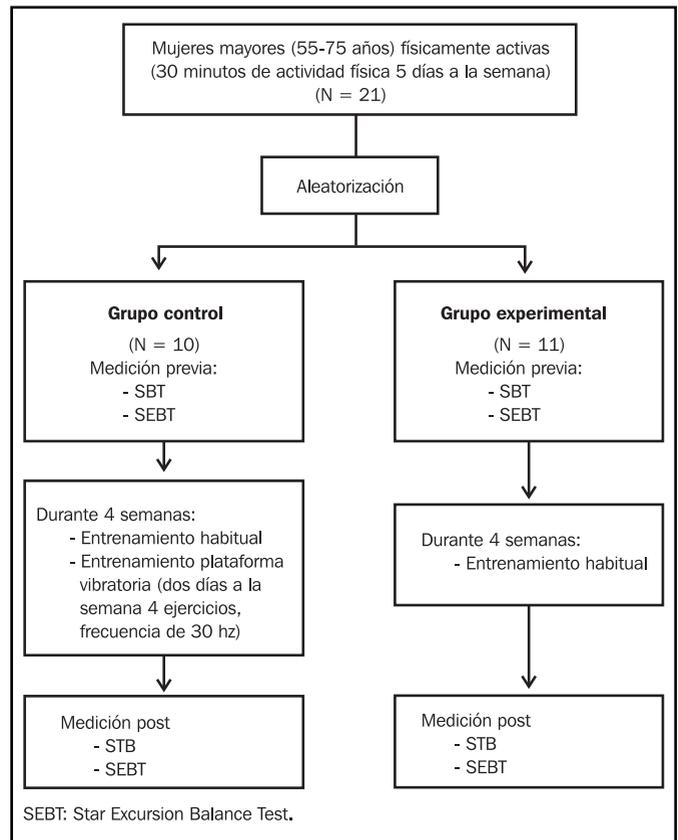
Protocolos

El primer día se tomaron las variables descriptivas y se realizó una sesión de familiarización con los test de equilibrio. Se realizaron: un test de equilibrio estático, el *Standing Balance Test* (SBT) y un tests de equilibrio dinámico, el *Star Excursion Balance Test* (SEBT) al inicio del estudio y después de las 8 sesiones de entrenamiento sobre la plataforma vibratoria (Figura 1). Estos tests han sido utilizados previamente por otros autores para la medición del equilibrio estático y dinámico en diferentes poblaciones²²⁻²⁴. El día de la familiarización el investigador realizaba una demostración de los tests que precedía a la ejecución de 2 ensayos completos de cada test con ambas piernas. Posteriormente, se elegía con qué pierna (más estable) harían los test al siguiente día; la pierna que daba apoyo cuando golpeaban un balón se consideraba pierna fuerte y la que golpeaba, pierna hábil²⁵. Se realizaron 3 repeticiones de cada uno de los tests y se cogió el mejor resultado. El investigador que realizó los tests, tanto los previos como los posteriores al entrenamiento, no tenía conocimiento de a qué grupo pertenecía cada uno de los sujetos. A continuación se describen los protocolos utilizados para la realización de los test:

Standing Balance Test: El sujeto se colocaba descalzo, de pie, con las manos en la cadera y los ojos cerrados²⁶⁻²⁹. Elevaba una pierna (que podía moverse libremente sin apoyarse ni en el suelo ni en la pierna de apoyo) y se encendía el cronómetro, este se detenía cuando se consideraba "fin del ensayo"²⁶ (abrir los ojos o perder el equilibrio ya sea apoyando la pierna libre, quitando las manos de la cadera o moviendo el pie de apoyo). Se realizaron 3 ensayos y se concedió un descanso de 2 minutos entre cada ensayo que incluyó estiramientos de cuádriceps, isquiotibiales, aductores, abductores, tibial y gastrocnemios.

Star Excursión Balance Test: El sujeto se colocaba con el pie de apoyo en el centro de la estrella que conformaba el test³⁰ descalzo, de pie y con las manos en la cintura. Se elevaba la pierna ejecutora y se iba llevando el pie lo más lejos posible a cada una de las líneas en sentido de las agujas del reloj (si el sujeto apoyaba la pierna izquierda dejando libre la derecha, en caso contrario, al revés) y comenzando por la componente Anterior. Se efectuaba un toque suave lo más lejos posible lugar en el que el investigador colocaba la marca de masilla, y se retornaba al centro antes de tocar la siguiente línea sin apoyar el pie en el suelo. Se realizaban 3 ensayos completos, apoyándose en la pierna fuerte, y quedando libre para ejecutar el test la pierna hábil. Se concedía un

Figura 1. Diagrama de flujo.



descanso de 6 minutos entre ensayo y ensayo que incluía estiramientos de cuádriceps, isquiotibiales, aductores, abductores, tibial y gemelo³⁰.

Intervención

Tras la realización de los test previos. Los sujetos de ambos grupos realizaron sus rutinas de entrenamiento libremente durante 4 semanas, estas rutinas incluían gimnasio, ejercicios cardiovasculares y clases de Yoga, Pilates y *Body Balance*. Los sujetos del grupo experimental realizaban dos días a la semana, en horario de mañana (para que el investigador responsable pudiera estar presente durante los entrenamientos), los ejercicios en una plataforma vibratoria (Modelo Pro-5™, Power Plate®. Badhoevedorp, Holanda), mientras que los sujetos integrantes del grupo control no utilizaron la plataforma vibratoria en sus entrenamientos. Se utilizaron los ejercicios propuestos por Roelants *et al.*⁴ en una investigación que incluía a mujeres entre 58 y 74 años. Cada ejercicio sobre la plataforma vibratoria se repetía 2 veces, a una frecuencia de 30 Hz, una amplitud de 2 mm, durante 30 segundos y con 45 segundos de descanso. Se realizaban en total 4 ejercicios que eran los siguientes:

- Sentadilla: el sujeto se colocaba sobre la plataforma con las piernas colocadas a la anchura de las caderas y con una flexión de rodilla y de cadera de 90°.
- Sentadilla amplia: la posición era similar a la anterior pero en este caso las piernas se colocaban separadas en los extremos de la plataforma.

Tabla 1. Variables descriptivas de la muestra analizada.

	Grupo control	Grupo experimental
Edad (años)	65,2 (4,0)	63,5 (7,5)
Talla (cm)	160,5 (4,8)	158,0 (6,4)
Peso (kg)	60,8 (5,4)	70,2 (10,3)
N	10	11

- *Step* en equilibrio monopodal con pierna izquierda: el sujeto se colocaba en apoyo monopodal con la pierna izquierda apoyada en el suelo y la derecha elevada, el sujeto debía mantener la posición sin perder el equilibrio durante la duración del ejercicio.
- *Step* en equilibrio monopodal con pierna derecha: similar al anterior pero en este caso apoyando la pierna derecha en el suelo y elevando la pierna izquierda.

Variables

Se obtuvieron las siguientes variables descriptivas: Edad (años), Talla (cm) y peso (kg). Las variables dependientes recogidas de los test para someter a estudio estadístico fueron las siguientes: Tiempo en el *Standing Balance Test* (s), Distancia alcanzada en las distintas componentes del test *Star Excursion Balance Test* (cm); Componente Anterior, anteromedial, medial, posteromedial, posterior, posterolateral, lateral, anterolateral. Se estableció como variable independiente el entrenamiento en la plataforma vibratoria.

Estadística

Para el análisis estadístico, se usaron los siguientes programas informáticos: Hoja de cálculo Microsoft Excel (Microsoft, España) para almacenar los resultados de las mediciones y el programa SPSS v. 17.0 (SPSS Inc., EE.UU) para realizar los cálculos estadísticos.

Se utilizaron pruebas de estadística descriptiva, de normalidad y de estadística inferencial. Se hallaron medias, desviaciones típicas, rangos y correlaciones de *Pearson* por el método de los cuadrados. Para comprobar la normalidad de las distribuciones se usó la *W* de *Shapiro Wilks*.

Para realizar la estadística inferencial, se usó una ANOVA para datos repetidos de dos factores 2 x 2 (tratamiento x grupo), se utilizó para el análisis *Post-Hoc* la corrección de Bonferroni. Se calculó la magnitud del tamaño del efecto usando la escala de Cohen³¹; un tamaño del efecto de 0,2 es considerado pequeño, de 0,5 mediano y por encima de 0,8 grande. En las correlaciones y pruebas inferenciales se usó el criterio estadístico de significación de $P < 0,05$.

Resultados

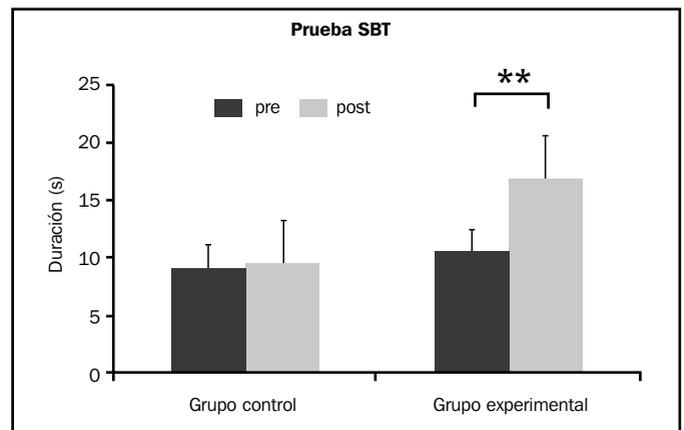
Todas las variables analizadas en ambos tests (SBT y SEBT) mostraron una distribución normal. Se vio una tendencia a la significación en la interacción entre el instante de medición (pre-post) y el grupo

(Control-Experimental) en el SBT ($F = 4,126$; $P = 0,056$). En el grupo Experimental se encontró una mejora después del entrenamiento de 6,21 s ($P = 0,007$, Intervalo de Confianza al 95% desde 1,89 hasta 10,52. Tamaño del efecto = 0,62), pasando de obtener $10,70 \pm 9,93$ s antes del entrenamiento a $16,91 \pm 17,20$ s después del entrenamiento. En el grupo control no se encontraron diferencias significativas entre el test realizado antes y después del entrenamiento (pre = $9,25 \pm 7,73$ s vs post = $9,39 \pm 10,01$ s; $P = 0,947$, tamaño del efecto = 0,02) (Tabla 2 y Figura 2).

En el SEBT el Grupo Experimental mostró una mejora en las componentes antero-medial ($P = 0,021$, tamaño del efecto = 0,37), posterior ($P = 0,017$, tamaño del efecto = 0,55) y postero-medial ($P = 0,001$, tamaño del efecto = 0,54), en el resto de componentes pese a no aparecer diferencias significativas se vio una tendencia a ser superiores los valores obtenidos en la medición post-tratamiento (Tabla 2, Figura 3). En lo que respecta al Grupo Control se encontró una mejora en la componente postero-lateral ($P = 0,038$, tamaño del efecto = 0,60) (Tabla 2 y Figura 4).

Se encontraron correlaciones negativas entre la edad y los valores obtenidos en el SBT ($r = -0,66$; $P = 0,001$) y también con los valores obtenidos en las componentes del SEBT las correlaciones oscilaban entre $r = -0,54$ y $r = -0,64$ ($P < 0,05$), esto nos indica que cuanto mayor edad tenían las mujeres peores resultados obtenían en las pruebas realizadas. Además se encontró que a medida que se aumentaba la estatura de las mujeres obtenían mejores resultados en las componentes Anterior

Figura 2. Resultados obtenidos en el *Standing Balance Test* (SBT).

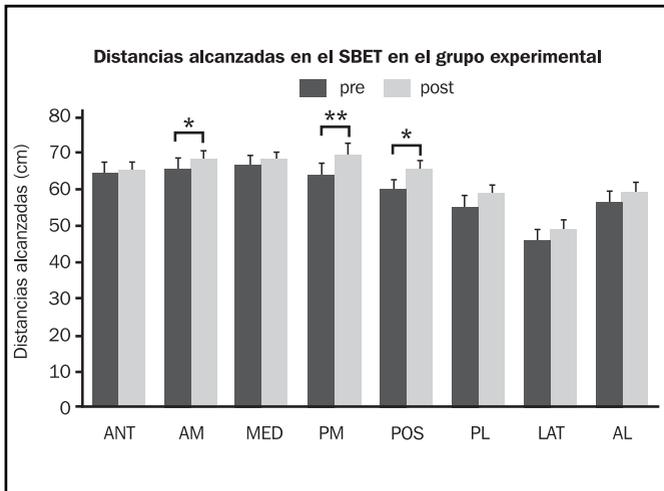


*: diferencias significativas con $P < 0,05$ entre la medición pre y la post.

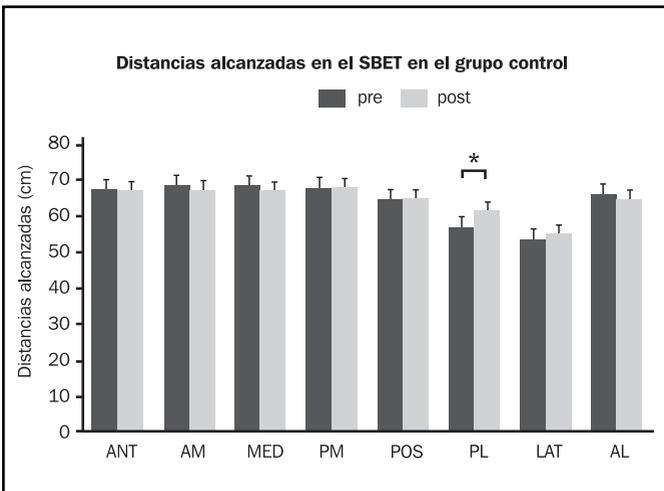
Tabla 2. Promedio y desviación estándar obtenidos en las diferentes componentes del *Star Excursion Balance Test*.

		ANT	AM	MED	PM	POS	PL	LAT	AL
Grupo control	pre	66,00 (6,14)	67,20 (5,71)	67,30 (6,21)	66,50 (7,23)	63,30 (9,31)	55,60 (7,67)	52,40 (7,66)	64,50 (6,22)
	post	65,80 (5,76)	66,00 (5,41)	65,60 (5,44)	66,50 (7,35)	63,50 (6,58)	60,20 (6,16) *	53,80 (7,16)	63,30 (5,51)
Grupo experimental	pre	64,18 (9,94)	65,18 (7,12)	66,09 (9,37)	63,72 (10,54)	59,63 (9,85)	54,90 (11,16)	45,90 (8,97)	56,27 (11,10)
	post	64,72 (9,19)	67,81 (9,35) *	67,72 (8,85)	69,45 (11,31) **	65,09 (12,02) *	58,54 (9,99)	48,90 (8,90)	59,09 (8,81)

*: diferencias significativas con $P < 0,05$ entre la medición pre y la post; **: diferencias significativas con $P < 0,01$ entre la medición pre y la post; ANT: Anterior; AM: Anteromedial; MED: Medial; PM: Posteromedial; POS: Posterior; PL: Posterolateral; LAT: Lateral; AL: Anterolateral.

Figura 3. Resultados obtenidos en las diferentes componentes del Star Excursion Balance Test (SBET) en el grupo experimental.

*: diferencias significativas con $P < 0,05$ entre la medición pre y la post; **: diferencias significativas con $P < 0,01$ entre la medición pre y la post; ANT: Anterior; AM: Anteromedial; MED: Medial; PM: Posteromedial; POS: Posterior; PL: Posterolateral; LAT: Lateral; AL: Anterolateral.

Figura 4. Resultados obtenidos en las diferentes componentes del Star Excursion Balance Test (SBET) en el grupo control.

*: diferencias significativas con $P < 0,05$ entre la medición pre y la post; **: diferencias significativas con $P < 0,01$ entre la medición pre y la post; ANT: Anterior; AM: Anteromedial; MED: Medial; PM: Posteromedial; POS: Posterior; PL: Posterolateral; LAT: Lateral; AL: Anterolateral.

(ANT), Anteromedial (AM) y medial (MED) en el SEBT (ANT: 0,55, $P = 0,009$; AM: $r = 0,54$; $P = 0,012$, MED: $r = 0,57$; $P < 0,007$).

Discusión

Analizando los resultados obtenidos en el *Standing Balance Test* se encontró que utilizando la plataforma vibratoria durante 10 minutos, 2 veces a la semana y cuatro semanas consecutivas, realizando ejercicios sencillos, y con el mínimo volumen e intensidad que nos ofrece la plataforma (30 Hz durante 30 segundos) el equilibrio estático de los

sujetos que formaron parte del Grupo Experimental se vio mejorado en un 58,04% ($P = 0,007$) en el test realizado después del tratamiento con respecto al test realizado antes del tratamiento. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas al comparar el test previo con el posterior en el grupo control (Figura 2). Estos resultados van en la línea de estudios como los de Bogaerts *et al.*¹⁴ y los de Bautmans *et al.*¹³ que también encontraron mejoras en el equilibrio por el uso de plataformas vibratorias.

Los valores obtenidos en el test SBT son inferiores a los obtenidos por otros autores que han realizado este mismo test en poblaciones diferentes a las de nuestro estudio Valcarcel y Abián-Vicén²⁴ obtuvieron un promedio de 34,32 s frente a los 9,25 s y 10,70 s que hemos obtenido en nuestro estudio en el grupo control y experimental respectivamente. Debemos tener en cuenta que los sujetos del estudio de Valcarcel y Abián-Vicén²⁴ tenían un promedio de edad de 24,4 años frente a los 65,2 años y 63,5 años que tienen de promedio el grupo control y el grupo experimental respectivamente de nuestro estudio.

Otro aspecto a destacar de este estudio es que se han observado beneficios en tan solo 8 sesiones de entrenamiento, realizadas durante 4 semanas. Otros estudios que utilizaron la plataforma vibratoria, en los que se buscaban mejoras en la fuerza del tren inferior, como los de Delecluse *et al.*¹² o Roelants *et al.*⁴ que hicieron tratamientos de 12 y 24 semanas o los de Torvinen *et al.*¹⁰ y Bogaerts *et al.*¹¹ con intervenciones de 4 y 12 meses. Es posible que las mejoras en el equilibrio sean visibles en intervenciones en un periodo de tiempo más corto, de hecho Bautmans *et al.*¹³ encontraron mejoras en el equilibrio de un grupo de residentes con una media de edad de 77 años realizando una intervención de tan solo 6 semanas. Es posible que en sujetos de edades avanzadas este tipo de entrenamientos tenga una mayor influencia sobre el equilibrio incluso con tratamientos de menor duración, como se puede apreciar si comparamos nuestro estudio con el de Torvinen *et al.*¹⁰ que no encontró mejoras en el equilibrio después de 4 meses de entrenamiento en plataforma vibratoria en un grupo de jóvenes con edades comprendidas entre los 19 y los 38 años.

En el test de equilibrio dinámico *Star Excursion Balance Test*, encontramos que los componentes Anteromedial, Posteromedial y Posterior mejoraron significativamente en el grupo experimental después del entrenamiento en la plataforma vibratoria. Hay que destacar que en los componentes Lateral, Anterolateral y Posterolateral, existe una tendencia a la mejora (Figura 3), aunque no suficiente para ser significativa, lo cual puede ser debido al tamaño de la muestra. Al igual que sucediera en el test SBT los resultados obtenidos en las diferentes componentes son de promedio 10 cm inferiores a los obtenidos por Valcarcel y Abián-Vicén²⁴ en este mismo test realizado a sujetos jóvenes.

En cuanto al Grupo Control, se observaron mejoras significativas en el Componente Postero-lateral, debemos tener en cuenta que tanto el grupo control como el experimental incluían sujetos físicamente activos, que realizaron entrenamientos tanto cardiovasculares, como de fuerza y de flexibilidad, además de acudir periódicamente a clases como Yoga, Pilates o *Body Balance*, esta mejora en esta componente puede indicarnos que el ejercicio que realizan en el gimnasio está ayudando a que se ralentice el proceso de envejecimiento de los diferentes sistemas y que las pérdidas de equilibrio sean más lentas. A pesar de encontrar únicamente diferencias significativas en los componentes anteriormente nombrados, se puede observar como en el caso del

Grupo Experimental, en todos los componentes existe una tendencia a la mejora (Figura 3), mientras que en el Grupo Control los resultados son más variables, incluso encontrando tendencia al empeoramiento en los componentes Anterior, Anteromedial, Medial y Anterolateral (Figura 4).

Con vistas a clarificar los efectos de la plataforma vibratoria en el equilibrio, podemos afirmar que su uso como complemento del entrenamiento produce mejoras en el equilibrio en mujeres mayores, especialmente en el equilibrio estático, aunque teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Grupo Control, posiblemente la realización de ejercicio físico, especialmente en actividades encaminadas a la mejora del equilibrio, como pueden ser las clases de Yoga, Pilates y *Body Balance*, ayuda a mantener el equilibrio, previniendo la pérdida de éste por las causas que trae consigo la edad.

Los resultados de las correlaciones nos muestran que cuanto mayor era la edad de los sujetos peores resultados obtenían en las diferentes pruebas de equilibrio. Se puede apreciar como el equilibrio se va deteriorando con el paso de los años al igual que ocurre con otras funciones corporales. Esto sucede pese a que las mujeres que participaron en el estudio eran físicamente activas y realizaban práctica regular de ejercicio, lo cual nos lleva a pensar que el proceso de involución puede ralentizarse con la práctica deportiva regular pero no invertirse.

Al igual que les sucediera anteriormente a otros autores^{23,24,32}, cuanto más altos eran los sujetos más distancia alcanzaban en las dos primeras componentes del test SEBT, componentes Anterior y Anteromedial. En nuestro caso también encontramos correlación con la componente medial. A la hora de utilizar este test para buscar diferencias entre distintos sujetos o poblaciones, habría que tener en cuenta la estatura de los sujetos. Este factor influye de manera significativa en dicho test y por lo tanto en el caso de comparar a grupos de poblaciones diferentes la estatura debe ser considerada en el tratamiento de estas variables. En el caso de nuestro estudio el análisis realizado antes y después del tratamiento compara a los sujetos consigo mismos y los dos grupos analizados son homogéneos en cuanto a la estatura, no encontrándose diferencias significativas en la estatura entre el grupo control y el grupo experimental.

Podemos concluir que el uso de la plataforma vibratoria mejoró el equilibrio estático y dinámico, medidos con los test *Standing Balance Test* y *Star Excursion Balance Test* en el grupo experimental y por lo tanto estaría indicada la inclusión de entrenamiento en la plataforma vibratoria para la mejora del equilibrio estático y dinámico en mujeres mayores físicamente activas.

Bibliografía

- Da Silva ME, Nuñez VM, Vaamonde D, Fernandez JM. Effects of the different frequencies of whole body vibration on muscular performance. *Biol Sport*. 2006;23(3):112-6.
- Cormie P, Deane RS, Triplett NT, McBride JM. Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *J Strength Cond Res*. 2006;20(2):257-61.
- Roll JP, Vedel JP, Ribot E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. *Exp Brain Res*. 1989;76(1):213-22.
- Roelants M, Verschueren SM, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *J Strength Cond Res*. 2006;20(1):124-9.
- Ebben W, Petushek E, Nelp A. The effect of whole body vibration on the dynamic stability of women basketball players. *Sports Med*. 2006;36:393-410.
- Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev*. 2003;31(1):3-7.
- Cardinale M, Lim J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med Sport*. 2003;56:287-92.
- De Hoyo M, Romero S, Sañudo B, Carrasco L. Efecto de una sesión con vibraciones mecánicas sobre la capacidad de salto. *Rev Int Med Cienc Act Fis Dep*. 2009;9(36):366-78.
- Rees S, Murphy A, Watsford M. Effects of vibration exercise on muscle performance and mobility in an older population. *J Aging Phys Act*. 2007;15(4):367-81.
- Torvinen S, Kannu P, Sievanen H, Jarvinen TA, Pasanen M, Kontulainen S, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2002;22(2):145-52.
- Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Coudyzer W, Boonen S, Verschueren SM. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2007;62(6):630-5.
- Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(6):1033-41.
- Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. *BMC Geriatr*. 2005;5:17.
- Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens AL, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2007;26(2):309-16.
- Aparicio VA, Carbonell-Baeza A, Delgado-Fernández M. Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Rev Int Med Cienc Act Fis Dep*. 2010;10(40):556-76.
- Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin*. 2008;38(6):467-78.
- Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing*. 1999;28(6):513-8.
- Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM. Psychotropic medication withdrawal and a home-based exercise program to prevent falls: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 1999;47(7):850-3.
- Rubenstein LZ, Josephson KR, Trueblood PR, Loy S, Harker JO, Pietruszka FM, et al. Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(6):M317-21.
- Steinberg M, Cartwright C, Peel N, Williams G. A sustainable programme to prevent falls and near falls in community dwelling older people: results of a randomised trial. *J Epidemiol Community Health*. 2000;54(3):227-32.
- Behpoor N, Darabi MR, Hojatoleslami L, Bayat PD, Ghanbari A. The effect of a group exercise program on muscular function among fall-prone elderly women. *Int J Morphol*. 2012;30(2):567-71.
- Browne J, O'Hare NJ. A review of the different methods for assessing standing balance. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2001;19:139-44.
- Gribble P, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Meas Phys Educ Exerc Sci*. 2003;7(2):89-100.
- Valcarcel F, Abián-Vicén J. Efectos de Power Balance en el equilibrio estático y dinámico en sujetos físicamente activos. *Apunts Med Esport*. 2010;46(171):109-15.
- Haaland E, Hoff J. Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 2003;13(3):179-84.
- Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BB. Development of a clinical static and dynamic standing balance measurement tool appropriate for use in adolescents. *Phys Ther*. 2005;85(6):502-14.
- Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in Postural Control During Single-Leg Stance Among Healthy Individuals With Different Foot Types. *J Athl Train*. 2002;37(2):129-32.
- Kejonen P, Kauranen K. Reliability and validity of standing balance measurements with a motion analysis system. *Physiotherapy*. 2002;88(1):25-32.
- Hertel J, Olmsted-Kramer LC, Challis JH. Time-to-boundary measures of postural control during single leg quiet standing. *J Appl Biomech*. 2006;22(11):67-73.
- Lauren C, Christopher R, Hertel J, Shultz S. Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in detecting reach deficits in subjects with chronic ankle instability. *J Athl Train*. 2002;37(4):501-6.
- Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Associates E, editor. Hillsdale, NJ 1988.
- Robinson R, Gribble P. Kinematic predictors of performance on the Star Excursion Balance Test. *J Sport Rehabil*. 2008;17(4):347-57.