



Revisión

Aportaciones sobre la eficacia del método Pilates en la fuerza, el equilibrio y el riesgo de caídas de personas mayores



D. Reche-Orenes* y M. Carrasco

Universidad Católica de San Antonio de Murcia (UCAM), Murcia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 21 de mayo de 2015

Aceptado el 28 de septiembre de 2015

Palabras clave:

Ejercicio funcional

Core

Condición física

Envejecimiento

R E S U M E N

Objetivo: Recopilar, resumir y comparar la evidencia científica sobre la eficacia del método Pilates en la fuerza, el equilibrio y las caídas en personas mayores.

Método: Búsqueda acotada entre 2004 y 2014. Bases de datos: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect y Academic Search Premier. La calidad metodológica se determinó con la escala PEDro.

Resultados: En cuatro estudios se midió la fuerza y solo uno mejoró significativamente la fuerza isométrica de cadera. En nueve estudios se midió el equilibrio estático y dinámico, con resultados positivos en ocho de ellos. De estos, cinco estudios encuentran relación entre el equilibrio y la disminución del riesgo de caídas.

Conclusiones: El método Pilates es eficaz para mejorar la fuerza isométrica de cadera y el equilibrio en personas mayores, reduciendo el riesgo de caídas. No existen evidencias suficientes para determinar si la fuerza del core tiene que ver con el equilibrio y las caídas.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Contributions on the effectiveness of the Pilates method in strength, balance and risk of falls in elderly people

A B S T R A C T

Objective: Collect, summarize and compare the scientific evidence on the effectiveness of the Pilates method in strength, balance and falls in older people.

Method: Search limited between 2004 and 2014. Databases: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect and Academic Search Premier. The methodological quality was determined by the PEDro scale.

Results: Four studies measured the force and only one found significant improvements in isometric hip strength. In nine studies the static and dynamic balance was measured, showing positive results in eight of them. Of these, five studies are relationship between balance and reducing risk of falls.

Conclusions: The Pilates method is effective for improving the isometric hip strength and balance in older people, reducing the risk of falls. There is insufficient evidence to determine whether the strength of the core has to do with balance and falls.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Functional exercise

Core

Fitness

Aging

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: delia.reche@gmail.com (D. Reche-Orenes).

Contribuições sobre a eficácia do método Pilates na força, equilíbrio e risco de quedas em pessoas idosas

R E S U M O

Palavras-chave:
Exercício funcional
Core
Condição física
Envelhecimento

Objetivo: Coletar, resumir e comparar as evidências científicas sobre a eficácia do método Pilates na força, equilíbrio e risco de quedas em pessoas idosas.

Método: Pesquisa foi delimitada entre 2004-2014. Bancos de dados: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect e Academic Search Premier. A qualidade metodológica foi determinada pela escala PEDro.

Resultados: Quatro estudos mediram a força e apenas um melhorou significativamente a força isométrica do quadril. Em 9 estudos, foi medido o equilíbrio estático e dinâmico, com resultados positivos em 8 deles. Destes, 5 encontraram relação entre o equilíbrio e redução do risco de quedas.

Conclusões: O método Pilates é eficaz para melhorar a força isométrica e do quadril, e o equilíbrio em pessoas mais velhas, reduzindo o risco de quedas. Não há evidência suficiente para determinar se a força do core tem a ver com o equilíbrio e o risco de quedas.

© 2015 Consejería de Turismo y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Este é um artigo Open Access sob a licença de CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Con la edad, el organismo de los seres humanos experimenta el deterioro de la función neuromuscular y la masa muscular^{1,2}, lo que contribuye a un desorden del equilibrio, provocando que las caídas sean comunes en personas mayores³. En España la incidencia de personas que sufren caídas en la comunidad es del 30-35%⁴, con mayor frecuencia de episodios en mujeres que en hombres, motivadas en muchos casos por la disminución de la función física y el equilibrio. Las caídas son una causa importante y frecuente de lesiones en las personas de avanzada edad y originan un alto número de consultas médicas⁵, por lo que es necesario un programa de intervención multidisciplinar que desarrolle medidas preventivas eficaces para conseguir un envejecimiento saludable de la población, preservando la fuerza y el equilibrio.

Entre los 30 y los 80 años la pérdida de fuerza es más evidente en el tren inferior y la espalda⁶⁻⁸, produciéndose la mayoría de las caídas durante la caminata. Esto ha motivado que la investigación se haya centrado en comprobar que potenciar la musculatura del tren inferior produce resultados positivos en el equilibrio y previene caídas en personas mayores⁹⁻¹¹. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que la activación muscular^{12,13} y la fuerza de extensión de tronco^{14,15} tienen mucho que ver con el equilibrio estático y dinámico, y el riesgo de caídas.

En la actualidad, el método Pilates (MP) es una forma de ejercicio físico que está adquiriendo gran popularidad. Este se basa en la mejora del funcionamiento fisiológico a través de la respiración, y el trabajo del core y las extremidades superiores e inferiores; la estimulación psicológica, centrando la atención en movimientos corporales lentos, controlados y precisos; y el aprendizaje de patrones posturales y habilidades motoras funcionales¹⁶⁻¹⁸. Funcionalmente, el core se entiende como un enlace cinético que facilita la transferencia de torques y momentos angulares entre las extremidades superiores e inferiores durante la ejecución de movimientos de todo el cuerpo en ejecuciones deportivas, ocupacionales, ejercicios de *fitness* y actividades de la vida diaria¹⁹. Varios estudios han utilizado el entrenamiento del core para mejorar el equilibrio, la fuerza del tronco y otras habilidades funcionales en personas mayores, encontrando que el trabajo de estabilización del core mejora el equilibrio estático y dinámico con mejores resultados que un programa de fuerza general²⁰. Otros métodos de entrenamiento tanto de estabilización como de estimulación dinámica del core también han obtenido resultados positivos en el equilibrio y la funcionalidad²¹⁻²³.

El MP, por los principios físicos y mentales en los que se fundamenta, puede ser una herramienta tan eficaz o más que el mero trabajo del core para preservar el equilibrio y disminuir el riesgo de caídas en los mayores²⁴⁻²⁸. Estos principios son: alineación postural, respiración, concentración, control, movimiento fluido, precisión y centralización. Este último es el más importante de todos ya que Joseph Pilates en la época de 1930 llamó por primera vez a su método «*Contrology*» haciendo referencia al control del centro, de la zona lumbo-abdominal que él llamaba también «*core*» o «*powerhouse*». El objetivo de este trabajo es recopilar, resumir y comparar la evidencia científica sobre la eficacia de programas de ejercicio basados en el MP en la fuerza y el equilibrio de personas mayores, identificando su relación con el riesgo de caídas.

Método

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las normas de la declaración PRISMA²⁹, en la que se incluyen estudios controlados y aleatorios.

Se realizó una búsqueda bibliográfica detallada de artículos originales publicados entre el año 2004 y el 2014 sobre el tema de estudio. La búsqueda se llevó a cabo en el mes de diciembre de 2014. Las bases de datos consultadas fueron: Medline, PubMed, Web of Knowledge, OVID, ScienceDirect y Academic Search Premier. Las palabras clave o MeSH que se utilizaron para realizar la búsqueda fueron: *Pilates, elderly, older adults, balance, strength*.

Para la selección de artículos se utilizaron los siguientes criterios de inclusión: que fueran artículos originales, que fuesen estudios observacionales o en los que se hubiese llevado a cabo un programa de intervención, que abordasen la temática objeto de estudio de forma específica, que fuesen redactados en inglés o español.

La calidad metodológica de los artículos revisados se ha medido con la escala PEDro. Esta escala se basa en una lista Delphi desarrollada por Verhagen³⁰. Otorga una puntuación del 1 al 11, donde puntuaciones más altas se corresponden con una mayor calidad del método del estudio. Cinco de los estudios revisados tienen una puntuación igual o mayor que 6^{25-27,31,32}.

Resultados

Inicialmente se hallaron 587 estudios, de los cuales se descartaron 259 por estar duplicados. Tras la primera fase de selección, el número de artículos se redujo a 55 y tras la segunda fase de

análisis se seleccionaron los 10 artículos que dan forma a esta revisión sistemática (fig. 1). En cuatro de ellos se midió la fuerza y en otros 9, el equilibrio de los cuales 6 relacionan el equilibrio con el riesgo de sufrir caídas.

De los 4 trabajos que midieron la fuerza, en tres se utilizó un diseño cuasi-experimental^{24,26,33} y en uno de ellos, un diseño cruzado²⁵. Las intervenciones están basadas en Pilates suelo con implementos (bandas elásticas y *fitball*)^{26,33} o en la combinación de Pilates suelo y Pilates máquinas^{24,25}. Su duración osciló entre 5 y 12 semanas, con 2 ó 3 sesiones semanales de 60 min. Las muestras utilizadas suelen incluir hombres y mujeres a partir de 60 años de edad, pero en uno de ellos no hay grupo control²⁴, en otro este es inactivo³³, y en los dos restantes, es activo^{25,26}.

Las manifestaciones de la fuerza que se miden son diferentes entre sí, así como los resultados encontrados. En tres de los estudios no consiguieron cambios significativos tras el programa de Pilates ni diferencias con respecto al grupo control, midiendo la fuerza dinámica del tren inferior con el test *Sit-to Stand*²⁴, la fuerza isométrica de prensión manual³³ o la fuerza isocinética de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo²⁵. Solo en el estudio de Irez²⁶ encontraron mejoras significativas en la fuerza isométrica de cadera (test de Kendall) del grupo experimental, pero sin diferencias con respecto al grupo control (tabla 1).

Entre los 9 estudios que valoran el equilibrio, de los cuales 6 también valoraron el riesgo de caídas, se encontraron 7 cuasi-experimentales^{24,26-28,31,32,34}, uno de diseño cruzado²⁵ y uno observacional³⁵ (tabla 2). Las intervenciones que llevaron a cabo se fundamentaron en ejercicios de Pilates suelo con implementos^{26,27,35}, Pilates suelo sin implementos^{28,32,34}, Pilates máquina³¹, y una combinación de Pilates suelo y máquina^{28,31}. Su duración oscila entre 5 y 12 semanas, con 1 a 3 sesiones semanales de 45 a 60 min.

La muestra incluida en estos estudios está compuesta por hombres y mujeres de entre 60 y 87 años de edad. En 3 de los estudios no hay grupo control^{24,28,35}, en otros 2 cuentan con grupo control

activo^{33,36}, y en los 4 restantes el grupo control fue activo, llevando a cabo un programa de ejercicio diferente^{25,26,32,34}.

En estos trabajos se midió el equilibrio estático y dinámico. Para medir el equilibrio estático se utilizaron el test Tinetti³¹, el *Four Scale Balance*²⁴, el *Forward Reach Test*²⁸ y el *Functional Reach test*²⁷. En todos ellos encontraron mejoras significativas en el grupo Pilates y diferencias con respecto al grupo control, en los estudios que lo incluyeron.

El equilibrio dinámico se midió en plataforma inestable^{26,34,35} y con el *Four Scale Step*²⁵. Solo en el estudio de Newell³⁵ no se encontraron mejoras significativas en el grupo que realizó Pilates. Y en el de Bird²⁵ no hubo diferencias con respecto al grupo control. Además, en 5 de los estudios relacionaron el nivel de movilidad básico con el equilibrio dinámico mediante el test *Time Up and Go*^{24,25,27,28,34}. En todos ellos encontraron mejoras significativas en el grupo de Pilates y diferencias con respecto al control, en su caso.

Se hace mención al efecto del programa de Pilates sobre el riesgo de caídas en 5^{25-28,35} de los estudios en los que se midió el equilibrio. Solo en el de Kaesler²⁴ no aportan mejoras. En los estudios relacionados con la fuerza no se hace referencia a esta variable.

Discusión

En esta revisión sistemática se examina el efecto de programas de ejercicio basados en el MP sobre el equilibrio, las caídas y la fuerza de personas mayores. Los resultados son poco satisfactorios con respecto a la fuerza. Sin embargo, las mejoras que se producen en el equilibrio estático y dinámico y su relación con la disminución del riesgo de caídas son más evidentes.

Como se ha comentado, la pérdida de fuerza en la región del tronco puede recuperarse en personas mayores con entrenamiento específico del *core*²⁰⁻²². Los resultados de la mayoría de los estudios que se han revisado en este trabajo indican que el MP no produce mejoras significativas en la fuerza de personas mayores^{24,25,33}, a excepción del estudio de Irez²⁶. Este se diferencia de los demás en que es el único que midió la fuerza en la región del *core*, concretamente valoró la fuerza isométrica en los movimientos de flexión, abducción y aducción de cadera utilizando un dinamómetro manual (Nicholas modelo 01160), reproduciendo el test de Kendall. Además, cuenta con un mayor tamaño muestral (n=60), formado solo por mujeres mayores, y el programa de Pilates duró 12 semanas, con 3 sesiones semanales de una hora de duración, siendo uno de los estudios de alta calidad metodológica. El programa se realizó en suelo, utilizando implementos. A pesar de las mejoras en el grupo experimental, no hubo diferencias con respecto al grupo control. Tampoco se relaciona la fuerza con el equilibrio o las caídas.

Consideramos que las mediciones deben centrarse en la región del *core* para conseguir resultados positivos derivados del ejercicio basado en Pilates sobre la fuerza en personas mayores. Adicionalmente, la duración del programa, el tamaño muestral y su homogeneidad también son relevantes, lo que implica mejorar la calidad metodológica de los estudios. Por otro lado, parece que practicar Pilates suelo o Pilates máquinas no es determinante en los resultados, aunque sí es necesario el uso de implementos. Se hace necesario ampliar esta línea de investigación en función de la manifestación de fuerza que es más conveniente medir, localizarla en el *core*, relacionar la fuerza del *core* con el equilibrio y el riesgo de caídas, y comparar Pilates suelo y Pilates máquinas.

El entrenamiento del *core* también se ha relacionado con la mejora del equilibrio y la reducción del riesgo de caídas en personas mayores²⁰⁻²³. Los resultados encontrados en esta revisión indican que el MP es efectivo en la mayoría de los casos para mejorar tanto el equilibrio estático como dinámico y además relacionan esta mejora con la reducción del riesgo de sufrir caídas en esta población.

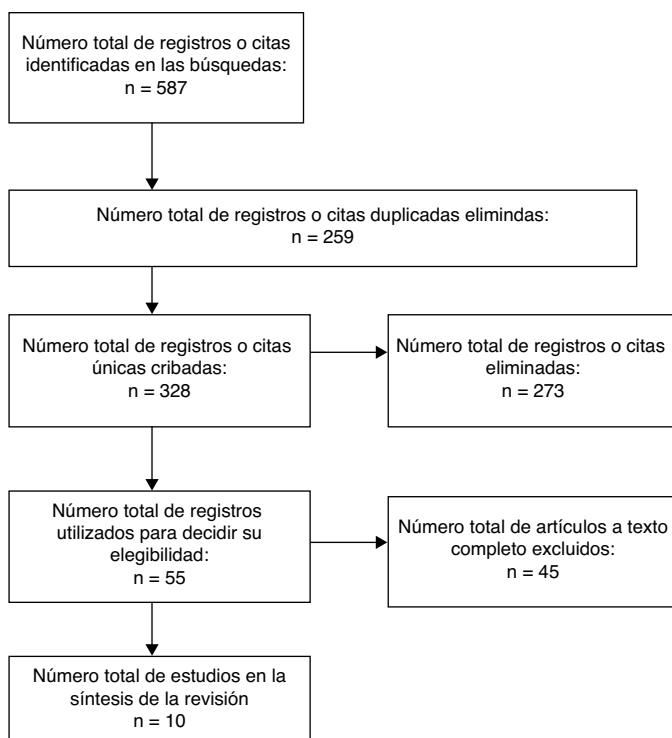


Figura 1. Diagrama de flujo.

Tabla 1
Resumen de los estudios que valoran la cualidad física de fuerza

| Autor | Diseño y muestra | Programa | Fuerza | Resultados |
|-----------------------------|---|--|---|---|
| Kaesler et al. 2007 | Cuasi-experimental Pre-posttest GE = 4♂ y 4 ♀; GC = NO | Pilates suelo y máquina <i>Reformer</i> , silla, banda elástica, <i>fitball</i> y aro 8 semanas; 2 sesiones/ semana; 60 min cada sesión | Test Sit-to-Stand Miembros inferiores | No diferencias significativas p-value (tiempo para 1 repetición) = 0.182 p-value (n.º repeticiones) = 0.829 |
| Irez et al. 2011 | Cuasi-experimental Pre-posttest GE = 30♀; GC = 30♀ GC active | Pilates suelo Banda elástica y pelota 12 semanas; 3 sesiones/ semana; 60 min cada sesión | Fuerza isométrica máxima de cadera | Aumento significativo del nivel de fuerza en el GE entre el pre- y posttest |
| Bird et al. 2009 | Experimental cruzado GE = 16; GC = 16 GC activo | Pilates suelo y máquina <i>reformer</i> , silla y <i>fitball</i> 5 semanas; 2 sesiones/ semana supervisadas + 1 sesión/semana en casa; 60 min cada sesión | Fuerza isométrica máxima de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo | No diferencias significativas p > 0.05 |
| Fernández y Benítez 2013 | Cuasi-experimental GE = 15; GC = 15 GC sedentario | Pilates suelo. Sin material 8 semanas; 3 sesiones/ semana; 60 min cada sesión | Prensión manual | No diferencias significativas p > 0.05 |

GE: grupo experimental; GC: grupo control; ♂: hombre. ♀: mujer.

Tabla 2
Resumen de los estudios que valoran la cualidad física del equilibrio y las caídas

| Autor | Diseño y muestra | Programa | Equilibrio | Caídas | Resultados |
|--------------------------|--|--|--|--------|---|
| Kaesler et al. 2007 | Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 4♂ y 4 ♀; GC = NO | Pilates suelo y máquina <i>reformer</i> , silla, banda <i>elastic</i> , <i>fitball</i> y aro 8 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión | <i>Four Scale Balance</i> para medir estático <i>Time Up and Go</i> para medir dinámico (movilidad básica) Tinetti Estático | No | Aumento significativo del nivel de equilibrio tanto estático como dinámico con los ojos cerrados |
| Siquiera et al. 2010 | Cuasi-experimental GE = 27♀; GC = 25♀ GC inactivo | Pilates máquina Cadillac, <i>reformer</i> , silla y <i>fitball</i> 8 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión | Tinetti Estático | No | Aumento significativo del equilibrio en el GE en relación al GC p < 0.05 |
| Irez et al. 2011 | Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 30♀; GC = 30♀ GC activo | Pilates suelo Banda elástica y pelota 12 semanas; 3 sesiones/semana; 60 min cada sesión | Plataforma de fuerza Dinámico | Sí | Aumento significativo del equilibrio en el GE en relación al GC p < 0.05 |
| Bird et al. 2009 | Experimental cruzado GE = 16; GC = 16 GC activo | Pilates suelo y máquina <i>Reformer</i> , silla y <i>fitball</i> 5 semanas; 2 sesiones/semana supervisadas + 1 sesión/semana en casa; 60 min cada sesión | <i>Four Scale Step Test</i> Dinámico <i>Time Up and Go</i> Movilidad básica | Sí | No diferencias significativas p > 0.05 Movilidad básica mejorada significativamente p < 0.05 |
| Newell et al. 2012 | Observacional GE = 9♀; GC = NO | Pilates suelo Banda elástica 8 semanas; 1 sesión/semana; 60 min cada sesión | Plataforma de fuerza Estático | Sí | No diferencias significativas p > 0.05 |
| Coriolano et al. 2012 | Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 9♂ 10 ♀; GC = 10♂ 10 ♀ GC active | Pilates suelo Sin material 10 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión | Balance test «Gleichgewichtstest» Estático y dinámico | No | Mejoras significativas en el GE tras el programa en relación al pretest y al GC p = 0.00 y p = 0.02 |
| Pata et al. 2013 | Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 4♂ y 31♀; GC = NO | Pilates suelo. Silla 8 semanas; 2 sesiones/semana; 60 min cada sesión | <i>Forward Reach Test</i> Estático <i>Time Up and Go</i> y Turn 180° Dinámico <i>Functional Reach Test</i> Estático <i>Time Up and Go</i> Dinámico | Sí | Mejoras significativas tanto de estático p = 0.049, como dinámico TUG p < 0.02 y Turn 180° p = 0.02 |
| Mokhtari et al. 2013 | Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 15♀; GC = 15♀ GC inactivo | Pilates suelo Banda elásticas 12 semanas; 3 sesiones/semana; 60 min cada sesión | <i>Functional Reach Test</i> Estático <i>Time Up and Go</i> Dinámico | Sí | Mejoras significativas del equilibrio, tanto estático FRT p = 0.037 y TUG p = 0.01 |
| Hyun et al. 2014 | Cuasi-experimental Pre- y posttest GE = 20♀; GC = 20♀ GC activo | Pilates suelo Sin material 12 semanas; 3 sesiones/semana; 40 min cada sesión | Test Romberg <i>Time Up and Go</i> Dinámico | No | Mejoras significativas p < 0.05 |

GE: grupo experimental; GC: grupo control; ♂: hombre; ♀: mujer.

Todos los estudios que han medido ambas manifestaciones de equilibrio usando tanto test de campo como escalas de equilibrio^{24,25,27,28,31,32,34}, muestran mejoras significativas en el grupo experimental, independientemente de la duración del programa, el tamaño muestral, el tipo de programa de Pilates (suelo, con o sin implementos, y máquinas) o de su calidad metodológica. De estos, los que han contado con un grupo control y tienen una duración superior a 8 semanas, también señalan diferencias significativas a favor del grupo que practicó Pilates, aparte de que el grupo control fuera pasivo^{27,31} o realizara ejercicio aeróbico, de fuerza y flexibilidad³². Sin embargo, parece que 5 semanas de Pilates suelo y máquinas no son suficientes para conseguir diferencias entre grupos²⁵.

Respecto a los estudios en los que han medido el equilibrio estático en plataformas de fuerzas, con^{26,35} o sin³⁴ inestabilidad, se presentan mejoras significativas en el grupo Pilates y diferencias con respecto al control en los trabajos de Hyun³⁴ y Irez²⁶, a pesar de que en el primero el grupo control llevó a cabo un entrenamiento en plataforma inestable, y de su baja calidad metodológica. En todos ellos se realizó Pilates suelo durante un mínimo de 8 semanas, pero en Newell³⁵ el tamaño muestral fue de 9 mujeres, lo que consideramos concluyente de cara al fracaso del programa de Pilates.

Tras el análisis, cabe destacar que en 5 de los estudios^{25-28,35} relacionan de forma positiva la mejora del equilibrio con la disminución del riesgo de sufrir caídas. En otro de los estudios, se mide el riesgo de caídas pero no se aportan resultados tras la intervención²⁴. Sin embargo, en ninguno de los estudios se aportan datos sobre la relación entre la fuerza y el equilibrio.

En los estudios de Pilates con personas mayores, las condiciones que determinan resultados de equilibrio favorables son muestras superiores a 30 personas con una duración superior a 8 semanas. La calidad metodológica, el tipo de programa de Pilates o el instrumento utilizado para medir no parecen taxativos. Sin embargo, en lo referente a caídas, 5 semanas de intervención es suficiente para reducir este riesgo, sin usar implementos. Aunque habitualmente se emplean de 8 a 12 semanas de intervención y se usan implementos en las sesiones.

Incluso, los grupos que practican Pilates mejoran más que los que practican otros ejercicios. La metodología de trabajo del MP, basada en el fortalecimiento de la zona central del cuerpo, la concentración y el control postural, puede ser determinante en la mejora de la estabilidad en personas mayores ya que según Rubenstein³⁶, estas son determinantes para evitar una caída. Sería necesario seguir profundizando en esta línea y además, complementar estos resultados buscando una relación entre la fuerza y el equilibrio, para conocer qué región corporal es más influyente en la ganancia de equilibrio de los mayores y si el *core* es realmente determinante en esto cuando se practica Pilates.

Según los estudios revisados, el MP es eficaz para mejorar la fuerza isométrica de la cadera y el equilibrio estático y dinámico en personas mayores. La mejora del equilibrio repercute en la reducción del riesgo de caídas, pero no existen evidencias suficientes para determinar si la ganancia de fuerza del *core* tiene que ver con el equilibrio y las caídas. Por tanto, el MP contribuye a preservar la independencia funcional en personas de edad avanzada, lo que repercute positivamente en el gasto sanitario y la atención médica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*. 2004;34:809-24.
- Kaya RD, Nakazawa M, Hoffman RL, Clark BC. Interrelationship between muscle strength, motor units and aging. *Exp Gerontol*. 2013;48:920-5.
- Sturnieks DL, George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin*. 2008;38:467-78.
- Silva Gama ZA, Gómez Conesa A, Sobral Ferreira M. Epidemiología de caídas de ancianos en España. Una revisión sistemática, 2007. *Rev Esp Salud Publica*. 2008;82:43-56.
- Martínez IP, Bravo BN, Pretel FA, Muñoz JN, Molina RP, Hidalgo JL. Miedo a las caídas en las personas mayores no institucionalizadas. *Gac Sanit*. 2010;24:453-9.
- Frischknecht R. Effect of training on muscle strength and motor function in the elderly. *Reprod Nutr Dev*. 1998;38:167-74.
- Kostka T. Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23-88 years. *Eur J Appl Physiol*. 2005;95:140-5.
- Nilwik R, Snijders T, Leenders M, Groen BB, van Kranenburg J, Verdijk LB, et al. The decline in skeletal muscle mass with ageing is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol*. 2013;48:492-8.
- Ribeiro Marques N, Zamfolini Hallal C, Fernandes Crozara L, Hellen Morcelli M, Harumi Karuka A, Tavella Navega M, et al. Lower limb strength is associated with gait biomechanical abnormalities in older female fallers and non-fallers. *Isokinet Exerc Sci*. 2013;21:151-9.
- LaRoche DP, Cremin KA, Greenleaf B, Croce RV. Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: A comparison across lower-extremity muscles. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20:482-8.
- Ünlüsoy D, Aydoğ E, Tuncay R, Eryüksel R, Ünlüsoy I, Cakci A. Postural balance in women with osteoporosis and effective factors. *Turk J Osteoporos*. 2011;37-43.
- Hicks GE, Simonsick EM, Harris TB, Newman AB, Weiner DK, Nevitt MA, et al. Cross-sectional associations between trunk muscle composition, back pain and physical function in the Health, Aging and Body Composition Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60:882-7.
- Hicks GE, Simonsick EM, Harris TB, Newman AB, Weiner DK, Nevitt MA, et al. Trunk muscle composition as a predictor of reduced functional capacity in the Health, Aging and Body Composition Study: the moderating role of back pain. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60:1420-4.
- Suri P, Kiely DK, Leveille SG, Frontera WR, Bean JF. Trunk muscle attributes are associated with balance and mobility in older adults: a pilot study. *PM R*. 2009;1:916-24.
- Kasukawa Y, Miyakoshi N, Hongo M, Ishikawa Y, Noguchi H, Kamo K, et al. Relationships between falls, spinal curvature, spinal mobility, and back extensors strength in elderly people. *J Bone Miner Metab*. 2010;28:82-7.
- Latey P. The Pilates Method: history and philosophy. *J Bodyw Mov Ther*. 2001;5:275-82.
- Muscolino JE, Cipriani S. Pilates and the powerhouse-I. *J Bodyw Mov Ther*. 2004;8:15-24.
- Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: a systematic review. *Complement Ther Med*. 2012;20:253-62.
- Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The use of instability to train the core musculature. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35:91-108.
- Hosseini SS, Asl AK, Rostamkhany H. The effect of strength and core stabilization training on physical fitness factors among elderly people. *World Appl Sci J*. 2012;16:479-84.
- Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, Roettger K, Gollhofer A. Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology*. 2013;59:105-13.
- Seo BD, Yun YD, Kim HR, Lee SH. Effect of 12-week swiss ball exercise program on physical fitness and balance ability of elderly women. *J Phys Ther Sci*. 2012;24:11-5.
- Kang KY, Choi JH, Lee SB. Effect of core strengthening exercise programs on symmetric double limb support and balance ability for the elderly. *J Int Acad Phys Ther Res*. 2012;3:345-411.
- Kaesler DS, Mellifont RB, Swete Kelly P, Taaffe DR. A novel balance exercise program for postural stability in older adults: a pilot study. *J Bodyw Mov Ther*. 2007;11:37-43.
- Bird ML, Hill K, Ball M, Williams AD. Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults. *J Aging Phys Act*. 2009;17:444-54.
- Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *J Sports Sci Med*. 2011;10:105-11.
- Mokhtari M, Nezakathossaini M, Esfarjani F. The effect of 12-week pilates exercise on depression and balance associated with falling in the elderly. *Procedia Soc Behav Sci*. 2013;70:1714-23.
- Pata RW, Lord K, Lamb J. The effect of pilates based exercise on mobility, postural stability, and balance in order to decrease fall risk in older adults. *J Bodyw Mov Ther*. 2014;18:361-7.
- Urrutia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc)*. 2010;135:507-11.
- Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. 1998;51:1235-41.

31. Siqueira Rodrigues BG, Ali Cader S, Bento Torres NV, Oliveira EM, Nartin Dantas EH. Pilates Method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. *J Bodyw Mov Ther.* 2010;14:195-202.
32. Coriolano IP, Romo V, de Maio M, Apell HJ. The pilates method to improve body balance in the elderly. *Arch Exerc Health Dis.* 2012;3:188-93.
33. Fernández Roldan K, Benítez Jimenez A. Influencia de la práctica del método pilates sobre la sarcopenia. *Kronos.* 2013;12:51-5.
34. Hyun J, Hwangbo K, Lee CW. The effects of pilates mat exercise on the balance ability of elderly females. *J Phys Ther Sci.* 2014;26:291-3.
35. Newell D, Shead V, Sloane L. Changes in gait and balance parameters in elderly subjects attending and 8-week supervised Pilates programme. *J. Bodyw Mov Ther.* 2012;16:549-54.
36. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing.* 2006;35:ii37-41.