Monograph

Integración de Ejercicios de Pilates a un Programa de Entrenamiento para Disminuir las Caídas en Mujeres Mayores de 65 años

Gonul Babayigit Irez¹, Recep Ali Ozdemir², Ruya Evin³, Salih Gokhan Irez⁴ y Feza Korkusuz²

¹Mugla University, School of Physical Education and Sports, Mugla

²Middle East Technical University, Physical Education and Sports, Ankara

³Emekli Sandigi Balgat 75.YÜ Huzurevi, Ankara

⁴Gazi University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Ankara, Turkey.

RESUMEN

El objetivo de este estudio ha sido determinar si los ejercicios de Pilates pueden mejorar el equilibrio dinámico, la flexibilidad, el tiempo de reacción y la fuerza muscular a fin de disminuir la cantidad de caídas en las mujeres mayores. En este estudio participaron de manera voluntaria 60 mujeres mayores de 65 años de un hogar de ancianos de Ankara. Las participantes participaron en un programa de entrenamiento de 12 semanas de duración que consistió de sesiones de 1 hora de Pilates, tres veces por semana. Antes y después del programa se midieron el equilibrio dinámico, la flexibilidad, el tiempo de reacción y la fuerza muscular. También se registró la cantidad de caídas antes y durante el período de 12 semanas. El equilibrio dinámico, la flexibilidad, el tiempo de reacción y la fuerza muscular mejoraron ($p < 0.05$) en el grupo que realizó los ejercicios, en comparación con el grupo que no ejercitó. En conclusión, los ejercicios de Pilates son eficaces para mejorar el equilibrio dinámico, la flexibilidad, el tiempo de reacción y la fuerza muscular, como también para disminuir la propensión a las caídas en las mujeres de la tercera edad.

Palabras Clave: pilates, mujeres de la tercera edad, equilibrio, tiempo de reacción, fuerza muscular

INTRODUCCIÓN

Durante el siglo pasado, la cantidad y proporción de adultos mayores en la población mundial ha aumentado debido a los desarrollos socio-económicos y los mejores servicios médicos (Lord et al., 1991). Aunque la mayor parte de la población de Turquía es joven, con el incremento general en la expectativa de vida, la población de adultos mayores crece con rapidez, al igual que otros países europeos. En concreto, en Turquía el porcentaje de individuos mayores de 60 años aumentó del 5.9 % al 8.2 % de 1950 al 2000. Además, se estima que en los próximos 30 años las personas de la tercera edad serán la mayor parte de la población (revista NISBO, 2003).

Aunque este incremento general en el período de vida puede considerarse un desarrollo positivo, existen muchos problemas de salud serios que pueden desarrollarse en los individuos de la tercera edad. En concreto, los estudios que

investigan los cambios fisiológicos y físicos en la tercera edad indican que una disminución en la densidad mineral ósea (Riggs et al., 1982), como también en la capacidad de los sistemas muscular (Hortobagyi et al., 1995) y cardiovascular (Cheitlin, 2008), causa dificultades en sus vidas diarias. Además, un aspecto fundamental es el aumento considerable del riesgo de sufrir caídas en la población de adultos mayores. A las fracturas osteoporóticas, que se producen como resultado de las caídas, se las considera un factor importante que reduce notablemente la calidad de vida entre los adultos mayores. En este aspecto, los investigadores de todo el mundo (Ozmen y Gokce-Kutsal, 2006) buscan estrategias preventivas para eliminar las deficiencias en el funcionamiento físico y los factores de riesgo de las caídas en la tercera edad.

La investigación ha demostrado que (Stathi y Simey, 2007) la mayor parte de la población de adultos mayores, en especial los que son físicamente inactivos, funcionan a su capacidad física sub-máxima o máxima para lograr los requerimientos de muchas de las actividades diarias. Por lo tanto, a los deterioros en la capacidad física, tales como las deficiencias en el equilibrio, la debilidad de los miembros inferiores y el retraso en el tiempo de reacción, se los ha identificado como factores de riesgo independientes y pueden tener el potencial de llevar a la dependencia y a un mayor riesgo de sufrir caídas (Lord, Sherrington y Menz, 2001; Lord y Sturnieks, 2005; Tinetti et al., 1994). La participación regular en la práctica de ejercicios parece ser esencial y se la considera una manera apropiada, saludable y de bajo costo de mejorar, y también de mantener, los aspectos físicos de la salud en la tercera edad. En este aspecto, muchos investigadores han empleado muchos ejercicios diferentes, que incluyen actividades aeróbicas y con sobrecarga, para mejorar el funcionamiento físico y disminuir el riesgo de sufrir caídas en la tercera edad (Lord, 1991; Proviencia et al., 1995; Tromp, 1998).

Los profesionales describen al Pilates, desarrollado originalmente por Joseph Pilates después de la Primera Guerra Mundial, como *“un método único de aptitud física que utiliza una combinación de fortalecimiento muscular, estiramiento y respiración para desarrollar los músculos del tronco y recuperar el equilibrio muscular”* (Bernardo, 2007; Cozen, 2000; Kloubec, 2010; Latey, 2001; Smith y Smith, 2005). Contrario a los ejercicios tradicionales con sobrecarga basados en el entrenamiento de los músculos de manera aislada, los ejercicios de Pilates tienen un enfoque holístico, que requiere la activación y coordinación de varios grupos musculares a la vez (Pilates, 2001). Aunque los estudios recientes (Caldwell et al., 2009; Johnson et al., 2007) sostienen que los ejercicios de Pilates son apropiados para todas las edades, todos los tipos de cuerpo y habilidades de aptitud física debido a la naturaleza modificable de los movimientos, (Kaesler et al., 2007; Kloubec, 2010; Segal et al., 2004; Sekendiz et al., 2007), aún son limitadas las pruebas experimentales y condiciones de control, y no permiten que los investigadores saquen conclusiones claras con respecto a la efectividad de los ejercicios de Pilates sobre la mejora del rendimiento físico en los adultos mayores. Por ejemplo, en una de sus revisiones comprensivas Smith y Smith (2005) propusieron que los ejercicios de Pilates podrían reducir el riesgo de las caídas como resultado de las mejoras en el equilibrio, la fuerza muscular y la coordinación. No obstante, la mayoría de los estudios que analizan los efectos de Pilates son limitados dentro del estudio de los adultos jóvenes (Sekendiz et al., 2007) e individuos de mediana edad (Johnson et al., 2007), lo cual exige la necesidad de realizar una investigación experimental para la tercera edad. Además, los estudios previos se enfocan, en gran parte, en los aspectos específicos del rendimiento físico por separado, en los que el objetivo principal es investigar los cambios en el equilibrio (Hall, 1998; Kaesler et al., 2007) o la fuerza muscular (Smith y Smith, 2005). Por lo tanto, el análisis del rol que podrían cumplir los ejercicios de Pilates sobre los múltiples aspectos del rendimiento físico, como el equilibrio, la fuerza muscular y el tiempo de reacción simultáneamente, puede ampliar el entendimiento de los efectos de este tipo de ejercicio en individuos de la tercera edad. La importancia de estos parámetros de aptitud física para disminuir los riesgos de las caídas en las poblaciones de la tercera edad se ha documentado claramente en una revisión reciente (Hsiao-Weckler, 2008), que sugirió que la flexibilidad de las extremidades inferiores, el tiempo de reacción y la fuerza deberían estudiarse y ser tenidos en cuenta a la hora de desarrollar programas de intervención de caídas en base a ejercicios para los adultos mayores. Por último, hacer un seguimiento de los cambios en la cantidad de caídas, junto con los cambios en los parámetros de la aptitud física, a partir de una perspectiva longitudinal permitiría determinar la eficacia de los ejercicios de Pilates como método de intervención preventiva para reducir el riesgo de sufrir caídas en la tercera edad (Kloubec, 2010).

Por lo tanto, el principal objetivo de este estudio fue determinar si los ejercicios de Pilates podían mejorar el equilibrio dinámico, la flexibilidad, el tiempo de reacción y la fuerza muscular en las mujeres de la tercera edad. Además, también se investigó la cantidad de caídas como resultado de los ejercicios de Pilates. Según los resultados de la investigación previa (Bernardo, 2007; Caldwell et al., 2009; Cozen, 2000; Johnson et al., 2007), que demuestra la eficacia de las intervenciones de Pilates para mejorar los parámetros de aptitud física de los adultos jóvenes, se planteó la hipótesis de que, en comparación con el grupo de control, los ejercicios de Pilates mejorarían de manera significativa el equilibrio dinámico, la flexibilidad, la fuerza muscular y el tiempo de reacción, y disminuirían la cantidad de caídas en el grupo que realizó los ejercicios.

MÉTODOS

Participantes

Las participantes fueron mujeres voluntarias que vivían en un hogar de ancianos. A las sesenta participantes se las asignó de manera aleatoria a los grupos de control (n = 30) y experimental (n = 30). Los criterios de elegibilidad fueron que las participantes debían estar en buen estado de salud, tener más de 65 años de edad y haber sido relativamente sedentarias (sin realizar ninguna actividad física de tiempo libre o realizar una actividad física de menos de 30 minutos por día) durante al menos un año. A las voluntarias se les informó de los posibles riesgos, que principalmente incluían dolor muscular. El grupo de control estaba comprendido por una muestra similar de participantes en buen estado de salud que vivían en un hogar de ancianos similar. Antes de participar en el estudio, todas las participantes firmaron un consentimiento informado aprobado por el comité de sujetos humanos del hospital Ataturk. Los criterios de exclusión incluían cualquier problema de salud general significativo o problema ortopédico que les impidiera participar en la totalidad del protocolo de intervención y/o la incapacidad de asistir al menos al 80% de las sesiones de entrenamiento.

El grupo de control no recibió ningún entrenamiento de Pilates durante el período de 12 semanas, además se le ordenó que se abstuvieran de comenzar un nuevo programa de ejercicios o cambiar los niveles de actividad actual durante este período de tiempo.

Mediciones

El diseño del estudio prospectivo controlado por el tratamiento incluyó pruebas de medición previa y posterior con respecto al período de 12 semanas de ejercitación de Pilates. Se midieron las variables dependientes, el equilibrio, el tiempo de reacción, la flexibilidad y la fuerza muscular, la cantidad de caídas, como también la altura corporal y el peso, de todas las participantes. El grupo experimental participó de clases de ejercicios de Pilates durante 12 semanas, 3 días a la semana. Cada sesión de ejercicios duraba alrededor de 60 minutos y era conducida por un instructor de Pilates certificado. Las modificaciones de los ejercicios se realizaban de acuerdo a las detalladas en el Manual de ejercicios de Mat work Stott Pilates (*Stott Pilates Comprehensive Mat work Manual*) (Pilates, 2001). La ejercitación modificada según Pilates se dividió en tres partes: La primera parte (de 4 semanas de duración) consistió de ejercicios sobre colchoneta (Pilates, 2001); en la segunda parte se agregaron ejercicios de resistencia con la banda elástica Thera-Band; y en la tercera parte, las participantes realizaron ejercicios de Pilates con balón para principiantes (Latey, 2001).

Todas las mediciones se llevaron a cabo en el hogar de ancianos, una semana antes del comienzo del período de intervención y al final del mismo. A las participantes las contactaron dos miembros del equipo de investigación, quienes desconocían la asignación a los grupos. Todas las mediciones se completaron el mismo día, sin incluir la sesión de Pilates para la evaluación posterior a la intervención. A las caídas se las definió como los movimientos hacia el suelo o el piso de manera no intencionada (Tinetti, 1995). Durante la medición de los valores iniciales del presente estudio y después de la misma se averiguó la cantidad de caídas. Las caídas durante el seguimiento se obtuvieron con una serie de calendarios de caídas mensuales, que las participantes debían completar a diario y devolver al fisioterapeuta al final de cada mes. Se les pidió a las participantes que escribieran (C) en el calendario si sufrían una caída y (N) si no sufrían ninguna caída. Los fisioterapeutas les recordaban a las participantes que no habían entregado el calendario dentro de los 10 días de finalizado el mes que lo hicieran y les preguntaban sobre las caídas del mes anterior. El mismo investigador calibraba y utilizaba los instrumentos de prueba a fin de controlar la posible variación inter-evaluador. Antes de la prueba, se realizó un calentamiento estandarizado de 5 minutos.

El *equilibrio dinámico* se evaluó utilizando la plataforma de medición de estabilidad dinámica MED-SP300 (Medical Sports Performance 300, Tumer Eng., Ankara) Este dispositivo se evaluó utilizando las mediciones obtenidas del nivel "fácil" del MED-SP 300. El mismo utiliza una plataforma circular que se mueve libremente en los ejes antero-posterior y medio-lateral de manera simultánea, lo cual permite que se obtenga el Índice de Estabilidad (RVSI) del Valor de Rango (general). Además, tiene una capacidad de medición de $\pm 15^\circ$ en todas las direcciones. Las mediciones se realizaron en pruebas de 30 segundos durante las que las participantes mantuvieron una posición de pie, erguidas, sobre la superficie inestable del MED-SP300. En las presentes mediciones, se utilizó una jaula para prevenir accidentes. Esta plataforma de medición del equilibrio dinámico es portátil, económica y adecuada para medir el equilibrio dinámico (Cug et al., 2007; Babayigit-Irez et al., 2006). El tiempo de reacción se midió con un dispositivo (New Test-2000, Co, y Finlandia) que utiliza estímulos de luz y sonido. Se les pidió a las participantes que con el dedo índice presionaran un botón con tanta rapidez como les fuera posible cuando observaran el estímulo de luz sobre el panel de luz, ubicado delante de ellas, u oyeran el estímulo de sonido.

La *fuerza muscular* se midió como la flexión de la cadera, abducción de la cadera y aducción de la cadera utilizando un medidor manual de músculos (Lafayette Company, Model 01160 Nicholas Manual Muscle Tester MMT). El promedio de los

tres intentos en los que se suministraba un esfuerzo máximo, después de algunos intentos de práctica, dio los resultados más confiables. Se permitieron al menos 15 segundos entre las pruebas (Andrews et al., 1996; Bohannon, 1986; Kendall et al., 1971; Roy et al., 2004).

La *flexibilidad* se midió a través de la prueba de sentarse y alcanzar (*sit & reach*) (Clark et al., 1989). Luego de la entrada en calor, las participantes se sentaron en el suelo con las piernas extendidas delante de ellas y los talones tocando el lado de una caja. Las puntas de sus dedos se ubicaron sobre el cero del borde de la caja que estaba marcada en centímetros hacia el borde opuesto. Luego, se les pidió que se flexionaran hacia adelante con los brazos extendidos hacia los dedos de los pies. Se registró el resultado más lejano de la prueba de tres intentos. La prueba de “sentarse y alcanzar” se llevó a cabo para medir la flexibilidad de los músculos isquiotibiales y de la parte inferior de la espalda.

Equipos de Pilates

En los ejercicios de Pilates se utilizan diferentes equipos a fin de alcanzar diferentes objetivos. En este caso, se utilizaron las bandas elásticas de resistencia Thera-Band, como también los ejercicios de Pilates sobre balones. Los ejercicios de resistencia Thera-Band fortalecen el pecho y los brazos, a la vez que ayudan al fortalecimiento abdominal. Las bandas elásticas de resistencia Thera-Band son portátiles, económicas y pueden utilizarse en las posiciones de sentado, parado, supina o boca abajo. La resistencia elástica a menudo se proporciona en una progresión de código de color desde una progresión de resistencia leve a fuerte, amarillo, rojo, verde, azul y plateado, habano y dorado, respectivamente. Las bandas elásticas pueden proporcionar ejercicios para diferentes edades y habilidades (Page y Ellenbecker, 2003). En este caso se utilizaron las bandas de ejercicio de color azul, rojo y verde. A cada una de las participantes se le asignó el tipo de banda de resistencia según sus mediciones de fuerza muscular.

Análisis Estadísticos

Todos los datos se analizaron utilizando SPSS Versión 17. Todas las pruebas se evaluaron mediante un MANOVA para medidas repetidas de diseño mixto con el Grupo como un factor entre las participantes. Luego, se las guió por separado para realizar las mediciones fisiológicas. Los efectos principales significativos y de interacción se evaluaron mediante un análisis univariado de seguimiento realizado para identificar las diferencias de los grupos.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los promedios de edad, altura, peso e IMC del grupo que realizó los ejercicios y del de control. El grupo de ejercicios de Pilates completó 36 sesiones de entrenamiento (92% del índice de participación). A fin de evaluar las diferencias entre los grupos, en cuanto al equilibrio, el tiempo de reacción, la fuerza muscular y la cantidad de caídas, se realizaron ANOVAs multivariados. Los análisis no revelaron diferencias significativas en ninguna de las mediciones fisiológicas del equilibrio dinámico, la flexibilidad, la fuerza muscular y el tiempo de reacción, (Wilks' Lambda = .84, $F_{(1, 58)} = 1.66$, $p > 0.05$) entre los grupos.

Se realizó un MANOVA para medidas repetidas de diseño mixto 2 x 2 (ejercicio/control x antes/después) con el fin de analizar los efectos de la ejercitación de Pilates sobre los parámetros del equilibrio dinámico, la flexibilidad, la fuerza muscular, el tiempo de reacción y la cantidad de caídas de las mujeres de la tercera edad. Los resultados revelaron un efecto principal multivariado significativo para el Tiempo (Trazo de Pillai = 0.94, $F_{(6, 53)} = 61.13$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.94$, potencia = 0.99), una interacción de Tiempo x Grupo (Trazo de Pillai = 0.87, $F_{(6, 53)} = 26.01$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.87$, potencia = 0.99) y un efecto principal para el Grupo (Trazo de Pillai = 0.60, $F_{(6, 53)} = 13.457$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.60$, potencia = 0.99).

	Pilates (n = 30)	Control (n = 30)
Edad	72.8 (6.7)	78.0 (5.7)
Altura (m)	156.1 (6.4)	156.5 (5.2)
Peso (kg)	67.2 (9.5)	67.8 (10.9)
IMC (kg·m⁻²)	27.5 (5.6)	27.6 (5.4)

Tabla 1. Características de los grupos experimental y control. Los datos son medias ($\pm$ DE).

Equilibrio Dinámico

Los resultados del test MANOVA para medidas repetidas de diseño mixto reveló efectos significativos que se corresponden con el grupo y las mediciones. Los ANOVA de seguimiento indicaron un efecto principal significativo de tiempo para el equilibrio dinámico ($F_{(1, 58)} = 81.89$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.67$, potencia = 0.99), una interacción de efectos de tiempo x grupo para el equilibrio dinámico ($F_{(1, 58)} = 348.69$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.50$, potencia = 0.99) y un efecto principal de grupo para el equilibrio dinámico ($F_{(1, 58)} = 19.63$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.25$, potencia = 0.99). El grupo de ejercicios de Pilates mostró una significativa mejora con respecto al equilibrio dinámico (t ($df = 29$) = 11.63, $p < 0.05$), en comparación con el grupo de control.

Flexibilidad (Sit & Reach)

Los resultados del MANOVA para medidas repetidas de diseño mixto indicaron efectos de interacción significativos para el grupo y las mediciones. Los ANOVA de seguimiento indicaron un efecto principal significativo de tiempo para la flexibilidad ($F_{(1, 58)} = 5.81$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.09$, potencia = 0.66) y una interacción de efectos de tiempo x grupo ($F_{(1, 58)} = 12.06$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.17$, potencia = 0.93) y un efecto principal de grupo ($F_{(1, 58)} = 17.44$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.23$, potencia = 0.99). El grupo de ejercicios de Pilates mostró una mejora más importante con respecto a la flexibilidad, con respecto al grupo de control (Tabla 2).

Fuerza Muscular

Hubo una diferencia significativa entre las mediciones previas y posteriores de la fuerza muscular para el grupo de ejercicios, luego de 12 semanas de ejercitación de Pilates. La ejercitación de Pilates tuvo efectos positivos de incremento en la fuerza muscular. Los resultados del "MANOVA para medidas repetidas de diseño mixto" indicaron un efecto de interacción significativo para el grupo y las mediciones. Los resultados del ANOVA de seguimiento revelaron que hubo interacciones significativas de tiempo para la fuerza muscular ($F(1, 58) = 24.47$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.66$, potencia = 0.99) e interacciones de efectos de tiempo x grupo ($F_{(1, 58)} = 25.62$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.32$, potencia = 0.99) para los efectos de grupo ($F_{(1, 58)} = 24.27$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.29$, potencia = 0.99) (Tabla 2).

Tiempo de Reacción

Los resultados del MANOVA para medidas repetidas de diseño mixto indicaron una diferencia significativa (Tabla 2). Los resultados del ANOVA de seguimiento revelaron que hubo efectos principales significativos de tiempo para el tiempo de reacción simple ($F_{(1, 58)} = 63.83$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.52$, potencia = 0.97) y el tiempo de reacción escogido ($F_{(1, 58)} = 79.31$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.58$, potencia = 0.94); asimismo, hubo una interacción de tiempo x grupo para el tiempo de reacción simple ($F(1, 58) = 38.367$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.40$, potencia = 0.97) y el tiempo de reacción escogido ($F_{(1, 58)} = 23.65$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.29$, potencia = 0.72) (Tabla 2).

Variables	Grupos			
	Ejercicios		Control	
	Pre Entrenamiento	Post Entrenamiento	Pre Entrenamiento	Post Entrenamiento
Equilibrio dinámico (ángulo)	10.98 (1.50)	8.99 (1.50) *	11.40 (1.81)	11.23 (2.10)
Sentarse y alcanzar (cm)	12.75 (4.40)	15.88 (5.10) *	10.80 (3.84)	10.40 (3.60)
Fuerza muscular (kg)	23.34 (5.70)	32.71 (7.00)	20.98 (8.90)	20.72 (8.60)
Tiempo de reacción				
TR simple (ms)	0.34 (0.09)	0.26 (0.05) *	0.38 (0.09)	0.39 (0.08)
TR escogido (ms)	0.69 (0.20)	0.55 (0.10) *	0.72 (0.16)	0.73 (0.10)
Número de caídas	1.87 (1.4)	0.37 (0.50) *	1.63 (1.21)	1.30 (0.40)

Tabla 2. Comparación del equilibrio dinámico, la flexibilidad, el tiempo de reacción, la fuerza muscular y la cantidad de caídas entre el grupo control y el grupo experimental. Los datos son medias ($\pm$ DE). * $p < 0,05$

El grupo de ejercicios de Pilates mostró una mayor mejoría con respecto a ambos tiempos de reacción, el simple y el

escogido, que el grupo de control.

Cantidad de Caídas

Los resultados del ANOVA de seguimiento indicaron que hubo un efecto principal significativo de tiempo para la cantidad de caídas ($F_{(1, 58)} = 28.40$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.33$, potencia = 0.99) y una interacción de tiempo $\times$ grupo ($F_{(1, 58)} = 16.25$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.22$, potencia = 0.99) y un efecto principal de grupo ($F_{(1, 58)} = 8.87$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.14$, potencia = 0.99 (Tabla 2). El grupo de ejercicios de Pilates mostró una menor cantidad de caídas que el grupo de control.

DISCUSIÓN

El presente estudio analizó principalmente los efectos de una intervención de ejercicios de Pilates de 12 semanas sobre el equilibrio dinámico, el tiempo de reacción, la fuerza muscular y la flexibilidad con el objetivo de disminuir la cantidad de caídas en las mujeres de la tercera edad.

La asistencia y cumplimiento, sin duda, son factores importantes que influyen en la efectividad de los ejercicios de Pilates. En el presente estudio, las participantes asistieron a casi todas las sesiones de ejercicios. Esto podría representar particularmente los efectos positivos de la intervención.

Con la realización de los ejercicios de Pilates designados dentro del programa de entrenamiento, se vieron mejoras en todas las variables dependientes seleccionadas. La fuerza muscular y la flexibilidad del grupo de Pilates fueron significativamente más elevadas después del programa. Estos hallazgos respaldan los hallazgos previos en la literatura relevante (Mitchell et al., 1998). Además, Petrofsky et al. (2005) llevaron a cabo un estudio para comparar los ejercicios de Pilates con y sin banda de resistencia. Hallaron que los ejercicios de Pilates realizados con una banda de resistencia son más efectivos para incrementar la fuerza muscular que los ejercicios de Pilates sin bandas de resistencia. Siguiendo la línea de este estudio, aquí se utilizaron bandas de resistencia y se halló un efecto positivo sobre la fuerza muscular dentro del grupo de ejercicios. En contraste con el estudio mencionado anteriormente, aquí también se agregaron balones de ejercicio o ejercicios de Pilates con balones al programa de ejercicios de Pilates.

La investigación previa indica que la participación regular en una actividad física tiene un impacto positivo sobre la fuerza muscular (Maughan, 2008; Daubney y Culham, 1999). En un estudio piloto, Donahoe-Fillmore et al. (2007) realizaron una investigación para determinar los efectos de un programa de ejercicios de Pilates sobre colchoneta con video realizados en el hogar centrado en la fuerza del núcleo, la resistencia muscular y la postura en mujeres de buen estado de salud. Determinaron que los programas de ejercicios de Pilates sobre colchoneta con video realizados en el hogar no tuvieron ningún efecto significativo sobre la fuerza abdominal ni la postura, pero la resistencia del flexor y el extensor parecieron mejorar. Once mujeres en buen estado de salud de entre 20 y 35 años de edad fueron elegidas de una muestra en dos grupos separados de manera aleatoria, un grupo de ejercicios ($n = 6$) y un grupo de control ($n = 5$). El grupo de ejercicios realizó un programa de ejercicios de Pilates sobre colchoneta 3 veces por semana durante 10 semanas. Los resultados no mostraron diferencias en las variables descritas. Esto puede estar relacionado con la pequeña cantidad de participantes. En el presente estudio, el tamaño de la muestra fue mucho mayor que el del estudio mencionado anteriormente. Además, en el grupo de ejercicios de Pilates sobre colchoneta con video, no se pudo controlar el nivel de participación. En el presente estudio, se controló si las participantes realizaban todos los movimientos del programa de ejercicios o no, como también se realizaba un seguimiento y contabilización de las sesiones que no realizaban.

Sekendiz et al. (2007) analizaron los efectos de la ejercitación de Pilates sobre la fuerza abdominal y la parte inferior de la espalda, la resistencia muscular abdominal y la flexibilidad de la parte posterior del tronco de mujeres adultas sedentarias. Las participantes eran 21 mujeres (edad promedio: 30 ± 6.6 rango 26-47) en el grupo de ejercicios y 17 mujeres (edad promedio: 30 ± 8.6 rango 26- 47) en el grupo de control. Los datos de la fuerza abdominal y de la parte inferior de la espalda, la flexión y extensión de la parte posterior del tronco se obtuvieron de manera concéntrica sobre un dinamómetro isocinético Biodex en velocidades de 60° y $120^\circ \cdot s^{-1}$. Concluyeron que hubo un efecto positivo de los ejercicios de Pilates Moderno sobre colchoneta en los músculos abdominales y la parte inferior de la espalda, la resistencia muscular abdominal y la flexibilidad de la parte posterior del tronco en mujeres adultas sedentarias, sin importar que los porcentajes de peso y grasa corporal no difirieran de manera significativa. Estos resultados son similares a los resultados de las pruebas del presente estudio en adultos mayores.

Otro estudio de Schroeder et al. (2002) analizó los efectos de la ejercitación de Pilates sobre la flexibilidad. Hallaron que, al parecer, una sesión aguda de Pilates reformer para individuos novatos influye de manera positiva en las mediciones de la flexibilidad. Sus resultados respaldan los presentes hallazgos. Segal et al. (2004) llevaron a cabo un estudio

observacional para medidas repetidas a fin de evaluar los efectos del entrenamiento de Pilates sobre la flexibilidad, la composición corporal y el estado de salud de adultos en buen estado de salud. Un total de 31 mujeres, con un promedio de edad de 41 años, y un hombre, de 42 años, participaron de manera voluntaria en sesiones de ejercicios de Pilates sobre colchoneta de 1 hora por semana. Luego de seis meses, no hallaron ningún cambio en la composición corporal de sus participantes. Los autores concluyeron que la ejercitación de Pilates puede mejorar la flexibilidad del tronco en los adultos en buen estado de salud, pero no tiene efectos sobre la composición corporal. Siguiendo la línea de dicho estudio, aquí se halló que los ejercicios de Pilates mejoraban la flexibilidad de los adultos mayores después de 12 semanas de ejercicios. Tampoco se halló ningún efecto de Pilates sobre el Índice de Masa Corporal.

Los resultados del estudio mostraron que el equilibrio dinámico aumentó en el grupo de Pilates después de un programa de ejercicios de 12 semanas. De acuerdo con los presentes hallazgos, Johnson et al. (2007) reportaron que los ejercicios de Pilates podrían mejorar el equilibrio dinámico en los adultos en buen estado de salud. Utilizaron el "test funcional de alcanzar", que es una prueba clínica del equilibrio dinámico. Sus resultados sugirieron que la ejercitación en base a Pilates mejoró el equilibrio dinámico, según la medición del test funcional de alcanzar, en los adultos en buen estado de salud. De manera similar, aquí se halló que el equilibrio dinámico aumentó después de los ejercicios de Pilates. En aquel estudio, la edad promedio de los participantes era de 27.4, y en el presente estudio la edad promedio de las participantes fue de más de 65. Kaesler et al. (2007) evaluaron la efectividad de un novedoso programa de ejercicios inspirado en Pilates, especialmente diseñado para mejorar el equilibrio en posición erguida, a la que se refiere como *estabilidad postural*, en los adultos mayores. Los participantes de este estudio piloto fueron 8 hombres y mujeres de entre 66 y 71 años de edad que vivían en comunidad. El régimen de ejercicios se llevó a cabo dos veces por semana durante 8 semanas. Las evaluaciones previas y posteriores de los sujetos incluían el balanceo corporal (estático y dinámico), la prueba de levantarse y andar cronometrada (TGUGT), sentarse y pararse (una repetición cronometrada y repeticiones de más de 30 s) y una prueba de equilibrio de 4 etapas. Reportaron que hubo una mejora significativa en algunos componentes del balanceo postural estático y dinámico, 8-27%, como también en la TGUGT, 7%, después del entrenamiento. Se sugirió que los estudios futuros consideren la variación de las técnicas de entrenamiento específicas del equilibrio, principalmente, la re-educación del movimiento en comparación con la velocidad y el tiempo de reacción, para mejorar la estabilidad postural y reducir el riesgo de sufrir caídas. En el presente estudio, las participantes eran mayores de 65 años y también se midió el tiempo de reacción.

Uno de los principales hallazgos de este estudio ha sido que el tiempo de reacción mejoró con el ejercicio. En estudios previos, el efecto del ejercicio sobre el tiempo de reacción ha demostrado que el tiempo de reacción puede mejorarse con el entrenamiento (Laroche et al., 2007; Trombly, 2004). Aunque la literatura carece de pruebas sobre los efectos positivos de Pilates sobre el tiempo de reacción, en el presente estudio se halló que estos ejercicios son una manera muy efectiva de desarrollar el tiempo de reacción en las mujeres mayores. Kashihara y Nakahara (2005) hallaron que el ejercicio fuerte mejora el tiempo de reacción escogido y Collardeau et al. (2001) hallaron que el ejercicio mejoró el tiempo de reacción. Asimismo, se calculó el tiempo de reacción mediante la medición de ambos tiempos de reacción, el simple y el escogido. Los ejercicios de Yoga tienen similitudes con los de Pilates y el yoga puede afectar de manera positiva el tiempo de reacción (Madan et al., 1992). Estudios previos sobre yoga han demostrado que la práctica regular de yoga puede incrementar el tiempo de reacción visual y la reacción auditiva (Madan, 1992; Malathi y Parulkar, 1989). El tiempo de reacción cumple una función muy importante en la disminución del riesgo de caídas. En estudios futuros, debería evaluarse este parámetro en más detalle mediante la utilización de diferentes equipos de Pilates.

Wolff et al. (1999) determinaron los efectos del ejercicio de Tai Chi y el entrenamiento computarizado del equilibrio en mujeres que vivían en comunidad con riesgos de caídas moderados. Hallaron que el Tai Chi redujo el índice de caídas durante un breve período de seguimiento de 4 meses, aunque el programa computarizado de entrenamiento del equilibrio no redujo las caídas. En el presente estudio, 3 meses de ejercitación de Pilates dieron como resultado una disminución en la cantidad de caídas, como también una mejora en el equilibrio. Existen muchos estudios (Carter et al., 2001; Snyder 2006) que respaldan los hallazgos de que el ejercicio puede reducir la cantidad de caídas entre las mujeres mayores, aunque antes del presente estudio no existía ninguna investigación sobre si los ejercicios de Pilates podían reducir las caídas o no.

Los resultados de este estudio representan a personas que residen en un hogar de ancianos. Es posible que los hallazgos no puedan aplicarse a toda la población de adultos mayores. En estudios futuros, debería incrementarse la cantidad de hogares para ancianos incluida en la investigación a fin de obtener una muestra más diversa. En este estudio, se escogieron participantes femeninas. La realización de estudios futuros que incluyan participantes hombres en una base de muestra igualmente grande podría resultar útil para determinar las diferencias de los géneros en los efectos de los ejercicios de Pilates.

CONCLUSIÓN

Se ha demostrado que la ejercitación en base a Pilates mejora el equilibrio dinámico, el tiempo de reacción y la fuerza muscular en las personas de la tercera edad. Los presentes hallazgos sugieren que los ejercicios de Pilates pueden ser una herramienta útil para las personas que buscan mejorar estos aspectos de su salud física. Además, los ejercicios de Pilates pueden reducir la cantidad de caídas en las mujeres de la tercera edad mediante el incremento de estos parámetros de la aptitud física. A partir de estos resultados, se resume que la práctica de ejercicios de Pilates; incluso en las personas de la tercera edad, puede incrementar las habilidades de aptitud física. Además, los ejercicios de Pilates pueden integrarse a programas de ejercicios para adultos mayores, tanto en centros de aptitud física como en centros de rehabilitación. Los hogares para ancianos pueden recomendar los ejercicios de Pilates para sus residentes. Los fisioterapeutas y los médicos geriatras también podrían hallar en Pilates una herramienta útil para las áreas de rehabilitación y prevención de sus prácticas.

Puntos Clave

- La ejercitación en base a Pilates mejora el equilibrio dinámico, el tiempo de reacción y la fuerza muscular en las personas de la tercera edad.
- Los ejercicios de Pilates pueden reducir la cantidad de caídas en las mujeres de la tercera edad mediante el incremento de estos parámetros de la aptitud física.

REFERENCIAS

1. Andrews, A.W., Thomas, M.W. and Bohannon, R.W (1996). Normative values for isometric muscle force measurements obtained with hand-held dynamometers. *Physical Therapy* 76(3), 248-59
2. Babayiğit-İrez, G., Korkusuz, F. and Zorba, E (2006). Reliability and validity of med-sp 300 dynamic stability measurement platform. In: *Abstract Book of 9th International Sports Sciences Con-gress, 3-5 November, Mugla.128-129*
3. Bernardo, L.M (2007). The effectiveness of Pilates training in healthy adults: An appraisal of the research literature. *Journal of Body-work and Movement Therapies* 11, 106-110
4. Bohannon, R.W (1986). Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Physical Therapy* 66, 206-209
5. Caldwell, K., Harrison, M., Adams, M. and Triplett, N.T (2009). Effect of Pilates and taiji quan training on self-efficacy, sleep quality, mood, and physical performance of college students. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 13(2), 155-163
6. Carter, N.D., Kannus, P. and Khan, K.M (2001). Exercise in the prevention of falls in older people. a systematic literature review examining the rationale and the evidence. *Sports Medicine* 31(6), 427-438
7. Cheitlin, M.D (2008). Cardiovascular physiology-changes with aging. *The American Journal of Geriatric Cardiology* 12(1), 9-13
8. Clark, B., Osness, W., Adrian, M., Hoeger, W.W.K., Raab, D. and Wiswell, R (1989). Tests for fitness in older adults: AHHPERD fitness task force. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance* 60(3), 66-71
9. Collardeau, M., Brisswalter, J. and Audiffren M (2001). Effects of a prolonged run on simple reaction time of well-trained runners. *Perceptual and Motor Skills* 93(3), 679-689
10. Cozen, D.M (2000). Use of Pilates in foot and ankle rehabilitation. *Sports Medicine and Arthroscopy Review* 8(4), 395-403
11. Cug, M., Babayigit Irez, G., Hunuk, D., Akpınar, S. and Arsal, G (2007). Dynamic balance and posture in visually impaired soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine* 6(Suppl. 10), 169
12. Daubney M.E. and Culham, E.G (1999). Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Physical Therapy* 79, 1177-1185
13. Donahoe-Fillmore, B., Hanahan, N.M., Mescher, M.L., Clapp, E.D., Addison, N.R. and Weston, C.R (2007). The effects of a home Pilates program on muscle performance and posture in healthy females: A pilot study. *Journal of Women's Health Physical Therapy* 31, 2
14. Hall, D.W (1998). The effects of Pilates-based training on balance and gait in an elderly population. *San Diego, CA: San Diego State University. Department of exercise and Nutritional Sciences. (Master thesis)*
15. Hortobagyi, T., Zheng, D., Weidner, M., Lambert, N.J., Westbrook, S., and Houmard, J.A (1995). The influence of aging on muscle strength and muscle fiber characteristics with special reference to eccentric strength. *Journals of Gerontology Series A: Bio-logical Sciences and Medical Sciences* 50(6), B399-B406
16. Hsiao-Wechsler, E.T (2008). Biomechanical and age-related differences in balance recovery using the tether-release method. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 18(2), 179-187
17. Johnson, E.G., Larsen, A., Ozawa, H., Wilson, C.A. and Kennedy, K.L (2007). The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. *Journal of Bodywork and Movement Thera-pies* 11(3), 238-242
18. Kaesler D.S., Mellifont, R.B., Kelly P.S. and Taaffe, D.R (2007). A novel balance exercise program for postural stability in older adults: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 11, 37-43

19. Kashihara, K. and Nakahara, Y (2005). Short-term effect of physical exercise at lactate threshold on choice reaction time. *Perceptual and Motor Skills* 100(2), 275-281
20. Kendall, H.O., Kendall, F.P. and Wadsworth, G.E (1971). Muscle Test-ing and Function. *Williams and Wilkins*
21. Kloubec, J.A (2010). Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24(3), 661-667
22. Laroche, D.P., Knight C.A., Dickie, J.L., Lussier, M., and Roy, S.J (2007). Explosive force and fractionated reaction time in elderly low and high active women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39(9), 1659-1665
23. Latey, P (2001). The Pilates method: history and philosophy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 5(4), 275-282
24. Lord, S.R., Clark, R.D. and Webster, I.W (1991). Physiological factors associated with falls in an elderly population. *Journal of the American Geriatrics Society* 39(12), 1194-2000
25. Lord, S.R., Sherrington C. and Menz H.B (2001). Falls in Older People, Risk Factors and Strategies for Prevention. *Cambridge University Press, USA*
26. Lord, S.R. and Sturnieks, D.L (2005). The physiology of falling: assessment and prevention strategies for older people. *Journal of Science and Medicine in Sport* 8(1), 35-42
27. Madan, M., Thombre, D.P., Bharathi, B., Nambinarayan, T.K., Thakur, S., Krishnamurthy, N. and Chandrabose, A (1992). Effect of yoga training on reaction time, respiratory endurance and muscle strength. *Indian Journal of Physiological Pharmacology* 36, 229-233
28. Malathi A. and Parulkar V.G (1989). Effect of Yogasanas on the visual and auditory reaction time. *Indian Journal Physiology and Pharmacology* 33, 110-112
29. Maughan, K.K (2008). Does balance training improve balance in physically active older adults?. *Iowa State University. UMI number: 1454678*
30. Mitchell, L.S., Grant, S. and Aitchison, T (1998). Physiological effects of exercise on post- menopausal osteoporotic women. *Physical Therapy* 84(4), 157-163
31. NISBO Magazine (2003). Yasli bakiminda Avrupa uygulamalar ve Emekli Sandigi yaklasimi, Türkiye uygulamalar . (11), 21-24. (In Turkish)
32. Page, P.P. and Ellenbecker, T.S (2006). The scientific and clinical application of elastic resistance. *Human Kinetics publishers. 108-109*
33. Petrofsky, J., Morris, A., Bonacci, J., Hanson, A., Jorritsma R. and Hill, J (2005). Muscle use during exercise: a comparison of conventional weight equipment to Pilates with and without a resistive exercise device. *The Journal of Applied Research* 5(1), 160-173
34. Pilates, S (2001). Comprehensive mat work manual. *Canada, Toronto; Merrithew cooperation*
35. Province, M.A., Hadley, E.C., Hornbrook, M.C., Lipsitz, L., Miller, J.P., Mulrow, C., Ory, M.G., Sattin, R.W., Tinetti, M.E. and Wolf, S.L (1995). The effects of exercise in falls in elderly patients. *Journal of the American Medical Association* 273(17), 1341-1347
36. Riggs, B.L., Wahner, H.W., Seeman, E., Offord, K.P., Dunn, W.L., Mazess, R.B., Johnson, K.A. and Melton, L.J. 3rd (1982). Changes in bone mineral density of the proximal femur and spine with aging: differences between the post-menopausal and senile osteoporosis syndromes. *The Journal of Clinical Investigation* 70, 716-723
37. Roy, M.A. and Doherty, T.J (2004). Reliability of hand-held dynamometry in assessment of knee extensor strength after hip fracture. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation* 83(11), 813-818
38. Schroeder, J.M., Crussemeyer, J.A. and Newton, S.J (2002). Flexibility and heart rate response to an acute pilates reformer session. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34(5), S258
39. Segal, N.A., Hein, J. and Basford, J.R (2004). The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85, 1977-1981
40. Sekendiz, B., Altun, O., Korkusuz, F. and Ak n, S (2007). Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 11, 318-326
41. Smith K. and Smith E (2005). Integrating Pilates-based core strengthening into older adult fitness programs implications for practice. *Topics in Geriatric Rehabilitation* 21(1), 17-67
42. Snyder, L.N (2006). An evaluation of functional fitness in assisted living and independent living residents. *Master of Education, the Graduate College of Bowling Green State University*
43. Stathi, A. and Simey, P (2007). Quality of life in the Fourth Age: exercise experiences of nursing home residents. *Journal of Aging and Physical Activity* 15(3), 272-286
44. Tinetti, M.E., Baker, D.I., McAvay, G., Claus, E.B., Garrett, P., Gottschalk, M., Koch, M.L., Trainor, K. and Horwitz, R.I (1994). A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *The New England Journal of Medicine* 331(13), 821-827
45. Tinetti M.E., Doucette J., Claus E. and Marottoli RA (1995). Risk factors for serious injury during falls by older persons in the community. *Journal of the American Geriatrics Society* 43, 1214-1221
46. Trombly, C.A., Trombly, C.A. and Randomski, M.V (2004). Occupational therapy for physical dysfunction. 4th Edition. *Williams and Wilkins*
47. Tromp A.M, Smith J.H, Deeg D.J.H, Bouter L.M. and Lips P (1998). Predictors for falls and fractures in the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *Journal of Bone Mineral Research* 13, 1932-1939
48. Wolff, I., Van Croonenborg J.J., Kemper H.C.G., Kostense P.J. and Twisk J.W.R (1999). The effect of exercise training programs on bone mass: A meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporosis International* 9, 1-12

Cita Original

Gonul Babayigit Irez, Recep Ali Ozdemir, Ruya Evin, Salih Gokhan Irez and Feza Korkusuz. Integrating Pilates Exercise into an Exercise Program for 65+ Year-Old Women to Reduce Falls. Journal of Sports Science and Medicine (2011) 10, 105-111