

Aguado-Henche, S.; Clemente de Arriba, C. y Rodríguez-Torres, R. (2017). Pilates Mat y composición corporal de mujeres posmenopáusicas. Estudio densitométrico / Pilates Mat and Body Composition of Postmenopausal Women. Densitometric Study. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 17 (67) pp. 493-505. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista67/artpilates825.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista67/artpilates825.htm)
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.67.007>

ORIGINAL

PILATES MAT Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE MUJERES POSMENOPÁUSICAS. ESTUDIO DENSITOMÉTRICO

PILATES MAT AND BODY COMPOSITION OF POSTMENOPAUSAL WOMEN. DENSITOMETRIC STUDY

Aguado-Henche, S.¹; Clemente de Arriba, C.¹ y Rodríguez-Torres, R.¹

¹ Doctoras en Medicina y Cirugía. Profesoras Titulares de Universidad. Área de Anatomía y Embriología Humana. Universidad de Alcalá (España) soledad.aguado@uah.es, celia.clemente@uah.es, rosa.rodriguez@uah.es

Código UNESCO / UNESCO Code: 320107 Geriatria / Geriatrics

Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification: 11 Medicina del Deporte / Sport Medicine

Recibido 9 de diciembre 2014 **Received** December 9, 2014

Aceptado 23 de enero de 2016 **Accepted** January 23, 2016

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es cuantificar, mediante Absorciometría Dual Fotónica de Rayos- X (DXA), las modificaciones de la composición corporal que la práctica de Pilates Mat produce en mujeres posmenopáusicas de vida sedentaria. Tras un programa de ejercicios de 9 meses de duración a razón de 2 sesiones por semana de 60 minutos cada una, se observó un aumento significativo del compartimento muscular a nivel de tronco ($p=0,028$), abdomen ($p=0,010$) y brazos ($p=0,042$), así como una disminución significativa de la grasa de las piernas ($p=0,000$). La densidad mineral ósea de la columna lumbar (L2, L3 y L4) también aumentó de forma significativa. Los resultados sugieren que la práctica de Pilates Mat en mujeres posmenopáusicas mejora su composición corporal.

PALABRAS CLAVE: Ejercicio, posmenopausia, densitometría, Pilates.

ABSTRACT

The aim of this study was to quantify the changes in body composition after Mat Pilates practice in postmenopausal sedentary women using Dual X-ray Photon Absorptiometry (DXA). After a 9-month exercise program consisting of 2 sessions per week of 60 minutes each, a significant increase was observed in the muscle mass of the trunk ($p = 0.028$), abdomen ($p = 0.010$) and arms ($p = 0.042$). A significant decrease was observed in the leg fat mass ($p = 0.000$). Bone mineral density of the lumbar spine (L2, L3 and L4) also increased significantly. The results suggest that the practice of Mat Pilates in postmenopausal women improves their body composition.

KEY WORDS: Exercise, postmenopause, densitometry, Pilates.

INTRODUCCIÓN

La filosofía original del Método Pilates (Pilates JH, 1998 y Pilates JH, 2000) se resume en el mantenimiento de la salud y el bienestar. El objetivo principal del entrenamiento de Pilates es mejorar la flexibilidad corporal, el fortalecimiento de la musculatura del tronco y la coordinación de la postura y la respiración (Latey, 2002). Esto se ha comprobado en mujeres ancianas (Siqueira et al, 2010).

Por otro lado, la situación fisiológica que más afecta a la masa ósea es el envejecimiento (Aguado-Henche et al, 2008), causando osteoporosis. Hay un deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, que pierde número de trabéculas; lógicamente, esta modificación de la estructura del hueso obliga a una modificación de sus propiedades mecánicas (Viladot y Roldán JC, 2001), ya que se produce un incremento de la fragilidad ósea y una mayor susceptibilidad a las fracturas.

La práctica de Pilates contribuye al fortalecimiento de los músculos, mejora el equilibrio, la postura y la coordinación de los movimientos, ayudando a reducir las posibilidades de una caída (Cruz-Ferreira y col. 2011) y por tanto de fracturas óseas, por lo que Pilates Mat es muy adecuado para personas de vida sedentaria. (Küçükçakir, N et al, 2013). El Pilates Mat consiste en realizar la combinación de ejercicios de elongación con los de fuerza en posición tumbada sobre una colchoneta; los movimientos parten desde la zona abdominal e involucran la elevación del resto del tronco y las piernas, fortaleciendo la zona central, llamada *core training* (musculatura abdominal, de la espalda y pelvitrocantérea). Pilates Mat es muy apropiado para personas de vida sedentaria y sin necesidad de una previa preparación física (Vaquero-Cristóbal y col. 2014).

Los efectos del Pilates Mat sobre distintos grupos poblacionales han sido estudiados con diferentes técnicas, como la antropometría, muy empleada en el ámbito deportivo, sin embargo, se han encontrado en la literatura pocos estudios realizados con densitometría de rayos X (González-Gálvez y col. 2012).

El objetivo de este estudio fue valorar mediante Absorciometría Dual Fotónica de Rayos-X (DXA) si un programa de actividad física controlada con ejercicios de Pilates Mat (con balón y en suelo) produce modificaciones beneficiosas en los distintos compartimentos corporales y en la densidad mineral ósea de columna lumbar de una población femenina posmenopáusica.

METODOLOGÍA

SUJETOS

Como se muestra en la tabla 1, en el presente estudio participaron 37 mujeres multíparas y posmenopáusicas, cuyas edades oscilan entre 48 y 82 años, con una edad media de 67,9 años. En las mujeres más jóvenes, la menopausia fue determinada como doce meses consecutivos sin periodo menstrual. Por su Índice de Masa Corporal, ninguna presentaba sobrepeso. Todas diestras y no fumadoras, con una edad media de menopausia de 48,8 años. Debido a la presencia de factores de riesgo propios de esta edad (diabetes, osteoporosis, hipertensión, enfermedades cardiovasculares...), se solicitó, previo al inicio del programa una evaluación médica: breve historia clínica, examen médico general con pruebas de laboratorio y de espirometría a todas las participantes para asegurar que ninguna presentaba patología aguda ni enfermedad que impidiera la práctica deportiva. Todas las participantes pertenecían al distrito sanitario del Hospital Príncipe de Asturias. Ninguna estaba sometida a tratamiento hormonal sustitutivo ni a suplemento cálcico o de vitamina D.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de la muestra de estudio (n = 37)		
Variable	Media	Desviación típica
Edad (años)	67,97	7,328
Edad de la Menarquia (años)	13,29	1,382
Edad de la Menopausia (años)	48,84	4,847
Cafés/día	1,79	1,008
Partos	3,65	1,041
Peso (Kg)	66,8167	7,66881
Altura (cm)	155,7167	5,69112
Índice de Masa Corporal (Peso/Talla ²)	27,6247	3,75057

PROGRAMA DE EJERCICIOS

El programa de Pilates Mat se desarrolló en el Polideportivo Municipal Virgen de Val del Ayuntamiento de Alcalá de Henares en una sala grande, muy luminosa, bien ventilada y con el suelo cubierto de tatami, todo ello para que el programa de ejercicios fuera saludable, cómodo y seguro. Se inició el programa con una sesión informativa a todas las participantes, que firmaron el correspondiente consentimiento informado. Tres de las mujeres se retiraron del estudio a los dos meses por enfermedad.

Dadas las características de la población sometida al estudio, para el diseño de las clases se siguió la propuesta de Elizabeth Larkam (2005).

Las sesiones fueron de 60 minutos, dos veces por semana, con ejercicios de zona lumbar y cadera y durante 9 meses. Cada sesión consistía en 10 minutos de respiración y calentamiento, 46 minutos de ejercicios con 8 repeticiones máximo cada uno, y por último 4 minutos de respiraciones dirigidas (después de un ejercicio de mayor dificultad). Los ejercicios incluían musculatura abdominal (recto y oblicuos), glútea, muslo (cuádriceps e isquiosurales) y de la región lumbar, descritos por Calvo JB, 2012. En el desarrollo de cada sesión, los cambios posturales eran graduales pasando de pie a sentado, a cuadrupedia, prono, lateral y supino. Como equipos de asistencia, se utilizaron bandas elásticas y balones suizos (fit ball) de 55 cm de diámetro. Todas las sesiones fueron dirigidas por el mismo instructor deportivo.

ESTUDIO DENSITOMÉTRICO

A cada participante se le realizó, previa calibración del aparato, dos densitometrías, una de cuerpo completo y otra de columna lumbar, con un densitómetro marca Norland modelo XR-26, software versión 2.3 (Norland Co., Fort Atkinson, Wisconsin, USA. Emsor SA. Madrid), antes y después de haber completado el programa de ejercicios.

El densitómetro se calibró diariamente con un estándar de calibración suministrado por el fabricante. Todos los objetos metálicos que portaban las mujeres, se retiraron para la realización de las pruebas, y se colocaron en posición de decúbito supino, bien centradas sobre la mesa de exploración. Cada prueba de cuerpo entero se completó en un tiempo promedio de 20 minutos, y la de columna lumbar en unos 8 minutos. Todas las exploraciones fueron realizadas por el mismo investigador. Se seleccionaron las distintas zonas del cuerpo acorde con el software del equipo.

Se analizaron las siguientes variables, siguiendo un modelo tricompartmental y calculadas de manera directa por el densitómetro:

CMO: Contenido mineral óseo (compartimento óseo)

TNG: Tejido no graso (Compartimento muscular)

G: Grasa (compartimento graso).

Masa corporal Total = CMOT + TNGT + GT

Variables correspondientes al compartimento óseo (en gramos):

CMOT: Contenido mineral óseo total, definido como la suma total de hueso determinada por absorciometría.

CMOTr: Contenido mineral óseo del tronco.

CMOAb: Contenido mineral óseo del abdomen.

CMOB: Contenido mineral óseo de los brazos.

CMOP: Contenido mineral óseo de las piernas.

Variables correspondientes al compartimento muscular (en gramos):

TNGT: Tejido no graso total = Masa corporal total - (CMOT + masa grasa total), donde el 90% de su magnitud corresponde a la masa de tejido muscular.

TNGTr: Tejido blando no graso del tronco.

TNGAb: Tejido blando no graso del abdomen.

TNGB: Tejido blando no graso de los brazos.

TNGP: Tejido blando no graso de las piernas.

Variables correspondientes al compartimento graso (en gramos):

GT: Masa grasa total = Masa corporal total - (CMOT + TNGT).

GTr: Grasa del tronco.

GAb: Grasa del abdomen.

GB: Gras de los brazos.

GP: Grasa de las piernas.

Variables correspondientes a la Densidad Mineral Ósea (DMO) de columna lumbar (en gramos/centímetro²):

DMO L2L4: densidad mineral ósea de las vértebras lumbares L2, L3 y L4.

Se valora también cada vértebra individualmente:

DMO-L2: DMO de la segunda vértebra lumbar.

DMO-L3: DMO de la tercera vértebra lumbar.

DMO-L4: DMO de la cuarta vértebra lumbar.

MÉTODO ESTADÍSTICO

El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS para Windows (Inc., Chicago, IL, USA) versión 15.0. Se compararon los valores medios de todas las variables densitométricas obtenidas al inicio y a la finalización del programa de ejercicios mediante la *t* de Student para muestras relacionadas (con un intervalo de confianza del 95%). Cuando las variables no

presentaban una distribución normal, se empleó la prueba de la suma de rangos con signos de Wilcoxon.

RESULTADOS

La tabla 2 muestra los estadísticos descriptivos de cada una de las variables densitométricas antes y después del programa de ejercicios así como la significación estadística. Los valores se presentan en gramos. $p \leq 0,05$ *; $p \leq 0,01$ **; $p \leq 0,001$ ***

Variables	Antes	Después	P
	Media \pm DE (gramos)	Media \pm DE (gramos)	
CMOT	2265,30 \pm 238,0	2275,40 \pm 230,4	0,328
CMOTr	745,20 \pm 94,5	755,20 \pm 90,2	0,369
CMOAb	316,30 \pm 58,4	322,60 \pm 47,1	0,437
CMOB	309,50 \pm 39,7	302,70 \pm 44,3	0,063
CMOP	808,80 \pm 103,3	807,40 \pm 98,7	0,833
TNGT	33802,82 \pm 5757,4	34033,32 \pm 5865,1	0,459
TNGTr	15381,09 \pm 2987,7	15865,50 \pm 3135,3	0,028*
TNGAb	6959,90 \pm 1174,0	7410,70 \pm 1458,1	0,010**
TNGB	3865,00 \pm 828,0	3728,50 \pm 795,6	0,042*
TNGP	11710,20 \pm 2029,0	11616,50 \pm 2022,1	0,597
GT	31441,20 \pm 6093,5	30866,80 \pm 6224,6	0,193
GTr	15768,60 \pm 3235,9	15717,60 \pm 3471,0	0,871
GAb	7593,20 \pm 1996,8	7435,60 \pm 2048,4	0,439
GB	4388,60 \pm 790,5	3931,00 \pm 708,8	0,331
GP	14726,20 \pm 1923,4	10667,20 \pm 2764,9	0,000***

El compartimento corporal que más variación presenta es el compartimento muscular (Figura 1), donde es significativo el aumento de la masa muscular del tronco ($p = 0,028$) y del abdomen ($p = 0,010$), con una ligera disminución en la masa muscular de los brazos ($p = 0,042$). El resto de las variables estudiadas del compartimento muscular no presentaron ningún cambio estadísticamente significativo.

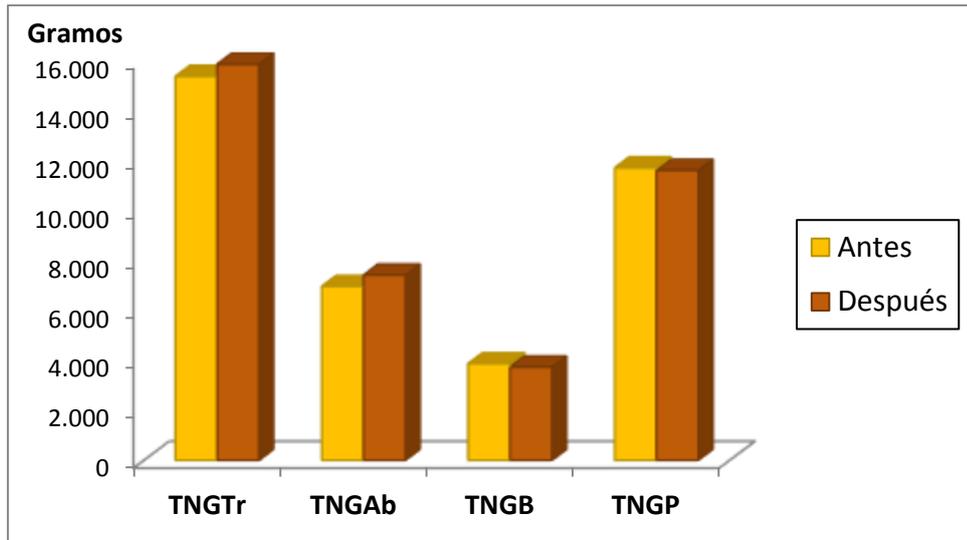


Figura 1. Tejido No Graso regional antes y después del ejercicio

Los valores del compartimento óseo en forma de contenido mineral óseo (Figura 2) presentaron pocas variaciones y ninguna significativa. Los valores del compartimento graso disminuyeron (Figura 3) tanto en su valoración total, como en cada una de las regiones corporales estudiadas, siendo esta disminución muy significativa a nivel de las piernas ($p=0,000$).

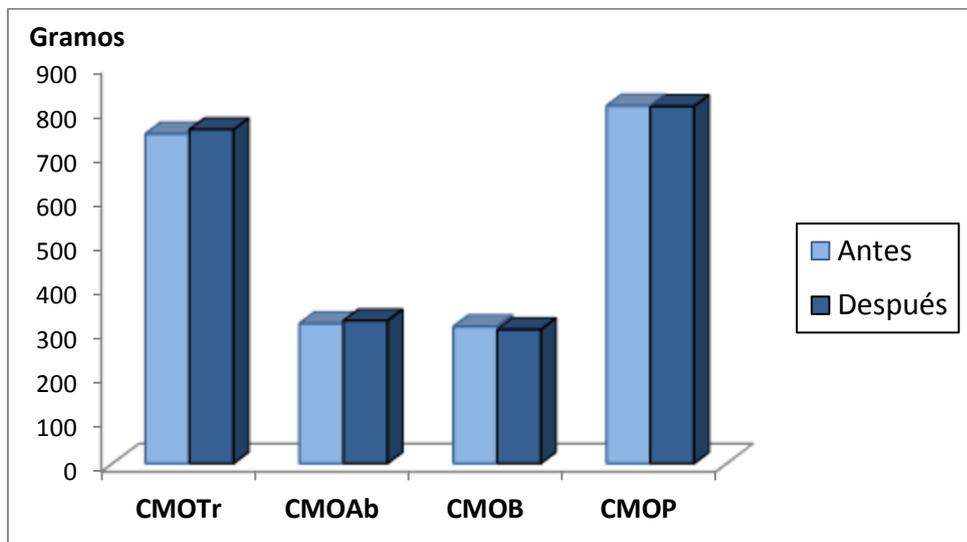


Figura 2. Contenido Mineral Óseo regional antes y después del ejercicio

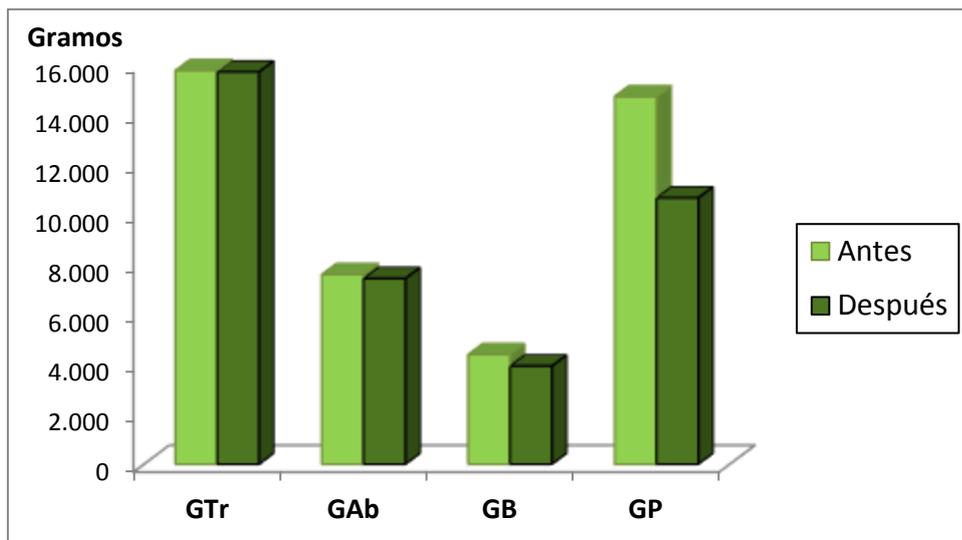


Figura 3. Grasa regional antes y después del ejercicio

En el estudio densitométrico de columna lumbar (Figura 4), la densidad mineral ósea aumentó significativamente en L2 ($p \leq 0,001$), en L4 ($p \leq 0,010$) y en el estudio conjunto de L2-L3-L4 ($p \leq 0,001$). La tabla 3 muestra en g/cm^2 la DMO antes y después del ejercicio.

Variables	Antes	Después	p
	Media \pm DE	Media \pm DE	
DMO-L2	0,838 \pm 0,13	0,874 \pm 0,13	0,001***
DMO-L3	0,841 \pm 0,15	0,863 \pm 0,15	0,010**
DMO-L4	0,840 \pm 0,20	0,869 \pm 0,19	0,055
DMO-L2L4	0,840 \pm 0,15	0,867 \pm 0,15	0,001***

Valores en g/cm^2

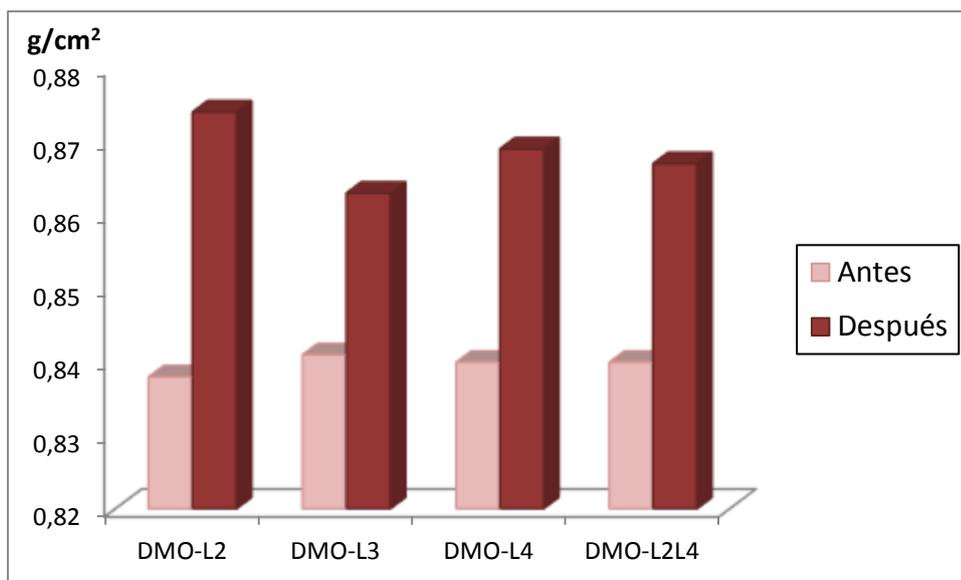


Figura 4. Densidad Mineral Ósea de columna lumbar antes y después del ejercicio

DISCUSIÓN

Algunos estudios ponen de manifiesto que la práctica de ejercicios de Pilates produce un efecto beneficioso para el cuerpo mejorando la composición corporal (Adrado-Gonzalvo AR y col. 2012). Se han estudiado los efectos del Pilates sobre la fuerza muscular con dynamometría (Sekendiz et al., 2007), la actividad muscular con EMG (Emery K, 2010), y las modificaciones de la composición corporal con el uso de técnicas como la antropometría (Jago et al., 2006; Cakmakçi, 2011) o la impedancia bioeléctrica (BIA) (Segal et al., 2004), pero pocos son los trabajos que estudien las modificaciones de la composición corporal que la práctica de Pilates produce utilizando Absorciometría Dual Fotónica de Rayos-X (DXA).

El aumento de la masa muscular que hemos observado a nivel del tronco, va a tener un efecto positivo en esta región corporal pues la función básica del músculo estriado, además de proporcionar movimiento a las articulaciones, es la de dar fuerza y protección al sistema esquelético, distribuyendo las cargas que actúan sobre él (Balagué et al., 2000). Los resultados obtenidos sobre el aumento de la masa muscular a nivel del tronco y del abdomen, se ven respaldados por los obtenidos previamente por Dorado y col. (2012) que encuentran mediante resonancia magnética, una hipertrofia de la pared muscular abdominal tras la práctica de Pilates, especialmente del rectus abdominis (recto del abdomen). Un estudio realizado en mujeres portuguesas de entre 25 y 55 años de edad que practicaron tres meses de Pilates Mat, demostró mediante DXA que mejoraba su composición corporal incrementando su masa muscular y disminuyendo la masa grasa en miembros superiores e inferiores (Cruz-Ferreira y col. 2009).

La mejora de la masa muscular está directamente correlacionada con la mejora de la masa ósea. Es conocido el papel que tiene el hueso trabecular para la transmisión de las fuerzas. La presencia de osteoporosis cursa con una disminución del grosor y número de trabéculas de hueso esponjoso, como en las vértebras, donde es mayoritario, lo que produce un mayor riesgo de aplastamientos vertebrales. (Kanis, 2002). El ejercicio activo produce un incremento de masa muscular, que induce a una mejora de la calidad del hueso que debe transmitir esas fuerzas.

Recientemente, otros investigadores y empleando técnicas antropométricas (Fourie et al., 2013) han encontrado, con un programa de solo ocho semanas de duración, resultados similares a los nuestros respecto a los compartimentos muscular y graso también en población femenina de edad avanzada.

A diferencia del sexo masculino, donde el patrón de distribución de la grasa corporal es troncular, la grasa en mujeres de esta edad sigue un patrón ginecoide o periférico (Aguado-Henche S y col., 2007), mostrando importantes depósitos grasos en las piernas, lo que justifica que la mayor pérdida de grasa que encontramos después del programa completo de ejercicios sea en esta región corporal.

El estudio de la DMO de columna lumbar junto con el estudio de los compartimentos corporales es primordial, ya que, por un lado, las fracturas vertebrales tienen una alta prevalencia en individuos de más de 50 años de edad, especialmente en mujeres de más de 70 años, y de forma muy similar a la referida en pacientes europeos, americanos y asiáticos (Díaz López JB, 2000), y por otro lado, las vértebras son las regiones óseas más ricas en hueso trabecular, siendo éste 10 veces metabólicamente más activo que el componente cortical (del Río L, 2004), proporcionando mucha más información que estudios realizados en otras regiones corporales.

Los ancianos, en comparación con niños y jóvenes, tienen una escasa mejora de la densidad mineral ósea con los programas de ejercicio, pero al menos, pueden atenuar o estabilizar esa pérdida de masa ósea. Además, el riesgo de fractura está directamente relacionado con el descenso progresivo de la DMO con la edad, que en mujeres posmenopáusicas llega al 1-2% por año por encima de los 70 años (Gómez Cabello et al., 2012).

Es conocido que el ejercicio es efectivo en la mejora de la DMO en la tercera edad, pero se deben poder definir protocolos más idóneos para la mejora de la DMO en esta población, pues el simple ejercicio aeróbico, como puede ser caminar no es efectivo, y debe de acompañarse de un entrenamiento que produzca unas sobrecargas adecuadas sobre el hueso. La ganancia encontrada debido a estas sobrecargas, es en hueso trabecular a nivel vertebral, que es el lugar del esqueleto donde existe más pérdida de masa ósea por efecto del hipoestrogenismo de la menopausia. Sin embargo, puede producir un mayor

riesgo de artrosis, pues lo que es bueno para promover la osteogénesis, puede ser contraproducente para las articulaciones (Bea JW et al. 2010). De ahí la necesidad de que las sesiones sean dirigidas por un instructor deportivo, siendo en todas las sesiones el mismo, como es nuestro caso.

Excepto las tres participantes que abandonaron el estudio al principio del programa de ejercicios, todas las demás completaron su participación en el estudio de manera satisfactoria, ya que los riesgos que puede ocasionar la práctica de Pilates Mat son mínimos si se practica con el instructor adecuado, aunque en la literatura se ha encontrado algún caso de ruptura diafragmática durante la respiración profunda de Pilates (Yang YM et al., 2010).

Ha sido objetivo de este estudio valorar las modificaciones cuantitativas de las variables densitométricas que constituyen el conocimiento de la composición corporal de la muestra. Trabajos posteriores con un programa de ejercicios de más de 9 meses de duración son necesarios para aclarar si estos índices varían sustancialmente en mujeres osteoporóticas que practiquen Pilates Mat, incluyendo de manera más específica las variaciones del z-score y/o t-score de las participantes. Otra limitación del trabajo ha sido la falta de control de los hábitos higiénicos dietéticos durante el tiempo que duró el estudio.

CONCLUSIONES

La DXA pone de manifiesto que los ejercicios combinados de fuerza y elongación de un programa de 9 meses de Pilates Mat producen una mejora significativa de la masa muscular regional en el tronco, del compartimento graso en las piernas y de la densidad mineral ósea en columna lumbar de mujeres posmenopáusicas, por lo que son claramente beneficiosos para su composición corporal, y por tanto para su salud. Por ello, el Pilates Mat puede retrasar los efectos negativos de salud como consecuencia del envejecimiento, mejorando la morbilidad de este sector de la población. Además, en base a estos resultados, son necesarios futuros estudios en población masculina y en sujetos de otros rangos de edad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aladro-Gonzalvo AR, Machado-Díaz M, Moncada-Jiménez J, Hernández-Elizondo J, Araya-Vargas G. 2012. The effect of Pilates exercises on body composition: a systematic review. *J Bodyw Mov Ther* 16(1):109-114. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2011.06.001>
- Aguado-Henche, S., Rodríguez Torres, R., Clemente de Arriba, C., Gómez Pellico, L. 2008. Total and regional bone mineral content in healthy Spanish subjects by dual-energy X-ray absorptiometry. *Skeletal Radiol.* 37(11):1025-1032. <https://doi.org/10.1007/s00256-008-0519-3>
- Aguado-Henche, S., Rodríguez Torres, R., Gómez Pellico, L. 2007. An evaluation of patterns of change in total and regional body fat mass in healthy

- Spanish subjects using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Eur J Clin Nutr.* 62(12):1440-1448. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602883>
- Balagué Vives, F., Ramón Rona, S. 2001. Biomecánica del músculo. En: Viladot Voegeli A. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Barcelona: Springer.
- Bea, J.W., Cussler, E.C., Going, S.B., Blew, R.M., Metcalfe, L.L., Lohman, T.G. 2010. Resistance Training Predicts Six-Year Body Composition Change in Postmenopausal Women. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 42:1286-1295. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ca8115>
- Cakmakçi, O. 2011. The effect of 8 week Pilates exercise on body composition in obese women. *Coll. Antropol.* 35(4):1045-1050.
- Calvo JB. 2012. Problemas generales del aparato locomotor. Pacientes ancianos. Cap. 12. Pag. 387-390. En: Pilates Terapéutico: para la rehabilitación del aparato locomotor. Editorial Médica Panamericana. ISBN: 978-84-9835-372-3.
- Cruz-Ferreira A, Fernandes J, Laranjo L, Bernardo LM, Silva A. 2011. A systematic review of the effects of pilates method of exercise in healthy people. *Arch Phys Med Rehabil* 92(12):2071-2081. DOI: 10.1016/j.apmr. Review.
- Cruz-Ferreira A. Effects of Three Months of Pilates-based Exercise in Women On Body Composition: 1447. 2009. 27 de Mayo. Resumen de Comunicación en Póster.
- Del Río L. 2004. Densitometría ósea. En: Riancho Moral, J.A., González Macías, J. Manual práctico de Osteoporosis y Enfermedades del Metabolismo Mineral. Jarpyo Ed, S.A. ISBN: 84-88992-91-2. p 84-87.
- Díaz, J.B., Naves, M., Gómez, C., Fernández, J.L., Rodríguez, A., Cannata, J.B. 2000. Prevalencia de fractura vertebral en población asturiana mayor de 50 años de acuerdo con diferentes criterios radiológicos. *Med. Clin. (Barc).* 115:326-331. [https://doi.org/10.1016/S0025-7753\(00\)71547-8](https://doi.org/10.1016/S0025-7753(00)71547-8)
- Dorado, C., Calbet, J.A., López-Gordillo, A., Alayon, S., Sanchis-Moysi, J. 2012. Marked effects of Pilates on the abdominal muscles: a longitudinal magnetic resonance imaging study. *Med Sci Sports Exerc.* 44(8):1589-1594. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31824fb6ae>
- Emery, K., De Serres, S.J., McMillan, A., Coté, J.N. 2010. The effects of Pilates training program on arm-trunk posture and movement. *Clin. Biomech.* 25:124-130. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.10.003>
- Fourie, M., Gildenhuis, GM., Shaw, I., Shaw, B.S., Toriola, A.L., Goon, D.T. 2013. Effects of a Mat Pilates Programme on Body Composition in Elderly Women. *West. Indian. Med. J.* 62(6):524-528. <https://doi.org/10.7727/wimj.2012.107>
- Gómez-Cabello, A., Ara, I., González-Agüero, A., Casajús, J.A., Vicente-Rodríguez, G. 2012. Effects of training on bone mass in older adults: a systematic review. *Sports. Med.* 42:301-325. <https://doi.org/10.2165/11597670-000000000-00000>
- González-Gálvez, N., Sainz de Baranda, P., García-Pastor, t., Aznar, S. 2012. Método Pilates e investigación: revisión de la literatura. *Rev. int. med. cienc. act. fís. deporte.* 12(48):771-786.

- Jago, R., Jonker, M.L., Missaghian, M., Baranowski, T. 2006. Effects of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. *Preventive Medicine*. 42:177-180. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2005.11.010>
- Kanis JA. 2002. Diagnosis of Osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet*. 359:1919-1936. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)08761-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)08761-5)
- Küçükçakir, N., Altan, L., Korkmaz, N. 2013. Effects of Pilates exercises on pain, functional status and quality of life in women with postmenopausal osteoporosis. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 17(2):2014-211. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.07.003>
- Larkam, E. 2005. Guidelines for Designing Pilates Programs for the Older Adult. First Pilates Spanish Conference, Madrid. <http://www.pilates.com/BBAPP/V/pilates/library/articles/pilates-programming-for-the-older-adult.html#continued>.
- Latey, P. 2002. Updating the principles of the Pilates method-Part 2. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 6(2):94-101. <https://doi.org/10.1054/jbmt.2002.0289>
- Pilates, J.H. 1998. Return to life through Contrology (originally published in 1945). Reprinted by Presentation Dynamics, Incline Village NV EE.UU.
- Pilates, J.H. 2000. Your health (originally published in 1934). Reprinted by Presentation Dynamics, Incline Village NV EE.UU.
- Segal, N.A., Hein, J., Basford, JR. 2004. The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observacional study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 85:1977-1981. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.01.036>
- Sekendiz, B., Altun, O., Korkusuz, F., Akin, S. 2007. Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 11:318-326. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2006.12.002>
- Siqueira, B.G., Ali, S., Vento, N.V., Oliveira, E.M., Martin, E.H. 2010. Pilates method in personal autonomy, static balance and quality of life of elderly females. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 14:195-202. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.12.005>
- Raquel Vaquero-Cristóbal, Fernando Alacid, Francisco Esparza-Rosa, José M. Muyorc, Pedro A. López-Miñarro. 2014. Pilates: efecto sobre la composición corporal y las variables antropométricas. *Apunts Med Esport*. 49(183):85-91. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2013.12.002>
- Viladot Voegeli, A., Lorenzo Roldan, J.C. 2001. Biomecánica del hueso. En: Viladot Voegeli A. *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Barcelona: Springer; p 42-52.
- Yang, YM., Yang, HB., Park, JS., Kim, H., Lee, SW., Kim, JH. 2010. Spontaneous diaphragmatic rupture complicated with perforation of the stomach during Pilates. *Am J Emerg Med*. 28(2):259.e1-3. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2009.06.012>

Número de citas totales / Total references: 29 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 1 (0,29%).