

# **Beneficios de los diferentes métodos de ejercicio físico para el tratamiento de osteoporosis en mujeres postmenopáusicas**

**CAFYD + FISIOTERAPIA**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA  
Y EL DEPORTE**



Realizado por: Ismael Esteban García

Nº Expediente:

Grupo TFG: MIX 61

Año Académico: 2021-2022

Tutor/a: Eva María Asensio

Castañeda Área: Revisión bibliográfica

## Resumen

*Antecedentes:* La osteoporosis es una enfermedad que padecen entre 150-200 millones de personas en el mundo afectando, entre muchas otras, a mujeres postmenopáusicas a consecuencia de los cambios hormonales sufridos en la menopausia. El ejercicio físico parece ser efectivo en el manejo de dicha patología puesto que expone al hueso a diferentes fuerzas mecánicas, y por lo tanto, a una estimulación que favorecerá la producción de nueva masa ósea. En base a ello, nuestro principal objetivo será conocer los beneficios de los diferentes métodos de ejercicio físico para el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.

*Metodología:* Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos (Medline Complete, SPORTDiscus y Google Scholar) con la que se destacaron un total de 15 artículos en español e inglés, que analizaban cómo afectaban y cuáles eran los beneficios de diferentes métodos de ejercicio físico sobre la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.

*Resultados:* El ejercicio terrestre parece ser más apropiado para el manejo de la osteoporosis que el acuático, obteniendo unas mejoras significativas superiores sobre la densidad mineral ósea los entrenamientos de fuerza, potencia y alto impacto. Otras técnicas como el yoga, la terapia por vibración y el entrenamiento aeróbico mostraron resultados poco claros, siendo, en consecuencia, unos métodos menos recomendables para el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.

*Conclusiones:* En definitiva, varios métodos de entrenamiento terrestre producen beneficios sobre el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas, siendo más eficaces los entrenamientos de fuerza, potencia y alto impacto teniendo como variable principal la densidad mineral ósea.

Palabras clave: osteoporosis, ejercicio físico, postmenopausia, entrenamiento, mujeres y densidad mineral ósea.

## Abstract

*Background:* Osteoporosis is a disease suffered by 150-200 million people in the world affecting, among many others, postmenopausal women as a consequence of the hormonal changes suffered in menopause. Physical exercise seems to be effective in the management of this pathology since it exposes the bone to different mechanical forces, and therefore, to a stimulation that will favor the production of new bone mass. Based on this, our main objective will be to know the benefits of the different methods of physical exercise for the treatment of osteoporosis in postmenopausal women.

*Methodology:* A bibliographic search was carried out in different databases (Medline Complete, SPORTDiscus and Google Scholar) with which a total of 15 articles in Spanish and English were highlighted, which analyzed how they affected and what were the benefits of different methods of physical exercise on osteoporosis in postmenopausal women.

*Results:* Land-based exercise seems to be more appropriate for the management of osteoporosis than aquatic exercise, with strength, power and high-impact training obtaining significantly greater improvements in bone mineral density. Other techniques like yoga, vibration therapy and aerobic training showed unclear results, being, consequently, less recommended methods for the treatment of osteoporosis in postmenopausal women.

*Conclusions:* In short, several land training methods produce benefits on the treatment of osteoporosis in postmenopausal women, being more effective strength, power and high impact training having as main variable bone mineral density.

Key words: osteoporosis, physical exercise, postmenopause, training, women and bone mineral density.

## **Índice**

1. Introducción.....	Página 1
2. Objetivos.....	Página 3
2.1 Objetivo general.....	Página 3
2.2 Objetivos específicos.....	Página 4
3. Metodología.....	Página 4
3.1. Diseño.....	Página 4
3.2. Estrategia de búsqueda.....	Página 4
3.3. Criterios de selección.....	Página 5
3.4. Diagrama de flujo.....	Página 6
4. Resultados.....	Página 7
4.1. Cuadro resumen artículos empleados.....	Página 7
4.2. Resumen artículos empleados.....	Página 13
5. Discusión.....	Página 18
5.1 Entrenamiento terrestre vs acuático.....	Página 18
5.2 Entrenamiento de fuerza e impacto.....	Página 20
5.3 Entrenamiento de potencia.....	Página 22
5.4 Entrenamiento de yoga y equilibrio.....	Página 24
5.5 Terapia por vibración.....	Página 25
5.5 Principales variables medidas.....	Página 25
6. Futuras líneas de investigación.....	Página 26
7. Conclusiones.....	Página 27
8. Referencias bibliográficas.....	Página 29

## **Índice de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Cuadro resumen .....	Página 7
<b>Tabla 2.</b> Cuadro resumen .....	Página 8
<b>Tabla 3.</b> Cuadro resumen .....	Página 9
<b>Tabla 4.</b> Cuadro resumen .....	Página 10
<b>Tabla 5.</b> Cuadro resumen .....	Página 11
<b>Tabla 6.</b> Cambios en la Densidad Mineral Ósea (DMO).....	Página 23

## **Índice de figuras**

<b>Figura 1.</b> <i>Factores asociados a la fractura por osteoporosis</i> .....	Página 2
<b>Figura 2.</b> <i>Diagrama de flujo de los estudios obtenidos</i> .....	Página 6
<b>Figura 3.</b> <i>Ilustración de la máquina de sentadilla Hack y el posicionamiento durante las pruebas y el entrenamiento</i> .....	Página 21
<b>Figura 4.</b> <i>Cambios porcentuales de la densidad mineral ósea entre el inicio y 2 años después de la columna lumbar (A) y el fémur proximal (B)</i> .....	Página 23

## 1. Introducción

Cerca de la quinta década de vida, en un rango aproximado entre los 48-58 años, la mujer experimenta en su vida sexual la llamada menopausia (Pérez y Rojas, 2011). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) podemos definir la menopausia como “el cese permanente de la menstruación, determinado de manera retrospectiva después de 12 meses consecutivos de amenorrea, sin causas patológicas” (Guzón et al., 2011). Durante este proceso aparecen diferentes cambios fisiológicos significativos, como la disminución de hormonas femeninas, los estrógenos. Dando lugar a la aparición de síntomas vasomotores (sudoración, palpitaciones, ansiedad...), genitourinarios y sexuales (atrofia de la mucosa vaginal, disminución de los lubricantes glandulares...), cambios de ánimo y depresión, disminución de la remodelación ósea... (Pérez y Rojas, 2011). Estos cambios podrán mantenerse a lo largo de los años en la fase posterior, la postmenopausia. Destacando la última, la disminución de la remodelación ósea, supone un problema que padecen 150-200 millones de personas en el mundo (Del Pino, 2012).

La osteoporosis (OP) es una enfermedad osteometabólica caracterizada por la pérdida sustancial de masa ósea y por el deterioro de la micro arquitectura de dicho tejido, afectando a la calidad y a la resistencia ósea, y aumentando así, el riesgo de fracturas (Schurman y Bagur, 2007). Según la OMS, se consideran normales valores de densidad mineral ósea, llamado de aquí en adelante DMO, superiores a -1 desviaciones estándar (DE), osteopenia a valores de DMO entre -1 y -2,5 desviaciones estándar y osteoporosis a valores de DMO inferiores a -2,5 desviaciones estándar (Ivanova et al., 2015). Se estima que el 33% de las mujeres mayores de 50 años padecen osteoporosis, aumentando con el paso de los años desde el 15% para edades que oscilan los 50-59 años, hasta más del 80% en edades por encima de 80 años. La disminución de la masa ósea producida por la edad se ve afectada principalmente en la cantidad de hueso esponjoso y en la disminución del espesor del hueso cortical, habiendo mayores pérdidas en este último. Durante el período de vida de la mujer, ésta puede llegar a perder hasta un 50% de masa ósea trabecular y el 35% de la cortical, por lo que las fracturas más destacadas de esta enfermedad se dan en las vértebras, la cadera, los antebrazos y el húmero (Del Pino, 2012).

Como podemos ver en la Figura 1, existen varios factores asociados con un mayor riesgo de fracturas relacionadas con la osteoporosis, así como el envejecimiento, el uso de glucocorticoides y la falta de esteroides sexuales entre otros. (Cosman et al., 2014).

**Figura 1**

*Factores asociados a la fractura por osteoporosis*



*Nota.* Reproducida de Guía del Médico para la Prevención y el Tratamiento de la Osteoporosis (p. 5), por Cosman et al., 2014, *Osteoporosis International*, 25(10).

Las intervenciones médicas han demostrado su efectividad para prevenir fracturas asociadas a la osteoporosis, pudiendo clasificar a la farmacología usada en tres grandes grupos: anticatabolizadores, anabólicos y de mecanismo complejo, así como la suplementación de vitamina D y calcio (Schurman y Bagur, 2007). Sin embargo, el ejercicio físico, llamado de aquí en adelante EF, también es una alternativa de tratamiento. Cabe destacar la diferencia entre los términos actividad física y ejercicio físico, mientras que el primero es definido como cualquier movimiento corporal producido por el músculo esquelético que precisa un consumo energético, el segundo, y el más acertado para esta revisión bibliográfica, es definido como la actividad física planificada, estructurada, sistemática y dirigida a la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la condición física (Martínez y Sánchez, 2008). Sabemos que el tejido óseo se remodela continuamente y, como tejido dinámico que es, se adapta

y responde a diversos estímulos, como al EF y la vibración mecánica (Fernandes et al., 2014). Durante el EF, nuestro cuerpo, y en consecuencia nuestros huesos, se exponen a diferentes fuerzas mecánicas, ya sea por la fuerza de reacción del suelo o de la contracción de nuestra musculatura, lo que da como resultado un aumento de la actividad de los osteoblastos y por lo tanto la formación de nueva masa ósea.

Antes de empezar cualquier programa de entrenamiento en personas con osteoporosis, debemos tener en cuenta ciertos datos como la edad del individuo, la actividad física que realiza en su día a día, si ha padecido o padece enfermedades... para así poder plantear una sobrecarga progresiva lógica y consciente, realizando un trabajo regular y de intensidad moderada (Rodríguez et al., 2018). La falta de EF produce 3,2 millones de muertes anuales en el mundo, colocándose en el cuarto factor de riesgo para la mortalidad mundial; y su ausencia causa al menos 35 enfermedades crónicas. Además, permanecer inactivos disminuye determinantes principales de la salud como el área transversal de la musculatura, la fuerza, la activación de vías de señalización catabólica, la densidad mineral ósea y la capacidad aeróbica entre otras. Aun así, la OMS informa que al menos el 60% de la población a nivel mundial no realiza EF (Márquez, 2020). La existencia de múltiples métodos de EF hace que no esté del todo claro cuál es el mejor entorno, el tipo de actividad, la intensidad o la frecuencia para el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas (Fernandes et al., 2014).

A continuación, se ha realizado una búsqueda bibliográfica para analizar los posibles beneficios de los diferentes métodos de EF para esta patología en mujeres postmenopáusicas.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general:**

Dicha revisión bibliográfica acerca de los diferentes métodos de EF utilizados para el tratamiento de osteoporosis en mujeres postmenopáusicas tendrá como objetivo general:



- Conocer los beneficios de los diferentes métodos de EF para el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.

### 2.1 Objetivos específicos:

- Identificar el método de EF más apropiado y sus aportaciones, para el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
- Identificar las principales variables medidas en los estudios respecto a la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.

## 3. Metodología:

**3.1 Diseño:** Se ha realizado una revisión bibliográfica única y exclusivamente de bases de datos científicas, excluyendo así toda aquella información documentada en libros u otras publicaciones por falta de accesibilidad.

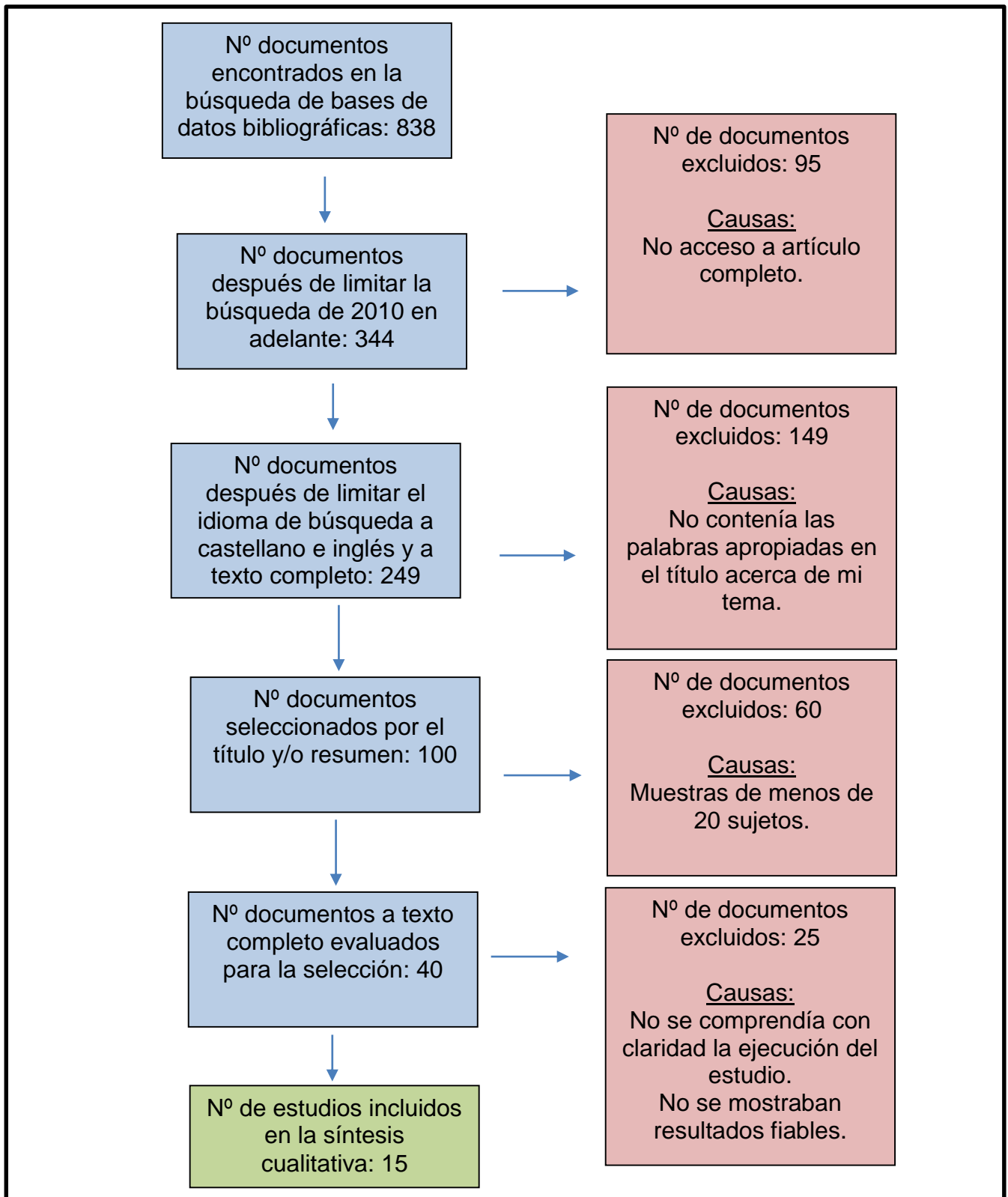
**3.2 Estrategia de búsqueda:** Para la búsqueda de estudios originales se consultó las bases de datos **Medline Complete y SPORTDiscus**, a través de la Biblioteca CRAI Dulce Chacón mediante las siguientes ecuaciones de búsqueda: « Physical activity and postmenopausal and osteoporosis ». Se limitó por año de publicación 2010-2021 para mostrar así resultados más recientes, también el idioma de los estudios fue limitado al castellano e inglés para correcta comprensión lectora. No obstante, algunos artículos estudiados son anteriores a las fechas estipuladas, aunque también fueron encontrados a través de la búsqueda nombrada anteriormente. Además, se consultó la base de datos de **Google Scholar** con las siguientes ecuaciones de búsqueda: «Tratamiento and osteoporosis», «menopausia and postmenopausia», «inactividad física» y «ejercicio físico and actividad física and términos»

**3.3 Criterios de selección:** Se aplicaron como criterios de inclusión que los estudios encontrados fueran experimentales, así como que incluyeran en el título palabras como “osteoporosis”, “postmenopausia”, “ejercicio físico” o algún otro método de ejercicio físico. Se aceptaron artículos comparativos sobre diferentes métodos de EF, y otros sin comparación alguna. La población diana de la revisión fueron las mujeres postmenopáusicas con osteoporosis o con una baja densidad mineral ósea, a excepción de un artículo en el cual los sujetos de estudio eran mujeres perimenopáusicas. Éste último estudio se incluyó puesto que aparte de tener un grupo de sujetos amplio y una duración extensa, la metodología llevada a cabo resultaba interesante para la revisión bibliográfica. Se priorizaron las muestras de más de 20 sujetos para que se pudieran considerar medianamente representativas, a excepción de 2 estudios que no superaban dicha población, sin embargo poseían una metodología y resultados acordes a lo buscado. Además, los artículos debían de estar escritos en inglés o español para obtener una mejor comprensión lectora.

### 3.4 Diagrama de flujo:

Figura 2

Diagrama de flujo de los estudios obtenidos



## 4. Resultados:

### 4.1 Cuadro resumen artículos empleados:

Tabla 1

Cuadro resumen

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Variabes	Resultados	Conclusiones
Basat et al. (2013)	Investigar los efectos del entrenamiento con ejercicios de alto impacto sobre la (DMO), los marcadores de recambio óseo y calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en postmenopáusicas.	42 mujeres divididas en 3 grupos; grupo de fortalecimiento, grupo de ejercicio de alto impacto y grupo control.	DMO en L1-L4 y cuello femoral, marcadores de recambio óseo sérico y CVRS.	Aumento significativo de la DMO en el grupo de alto impacto. La CVRS mejoró en los grupos de entrenamiento. Se notaron diferencias significativas de los marcadores óseos en el grupo de alto impacto.	El entrenamiento de alto impacto supervisado durante 6 meses es eficaz en la prevención de pérdida ósea lumbar y cuello femoral. Ambos programas de formación mejoraron la calidad de vida de los sujetos del estudio.
Hamaguchi et al. (2017)	Investigar los efectos del entrenamiento de potencia de carga ligera y bajas repeticiones sobre la DMO en mujeres postmenopáusicas.	19 mujeres divididas en 2 grupos; el grupo experimental y el grupo control.	La DMO, la fuerza muscular y los datos antropométricos.	Aumento significativos de la DMO de la pelvis y fuerza de los extensores de rodilla. No hubo cambios significativos de los datos antropométricos o de la DMO del antebrazo.	6 semanas de entrenamiento de potencia de carga ligera y bajas repeticiones mejoraron la DMO de la pelvis y la fuerza de los extensores de la rodilla en mujeres postmenopáusicas.
Heinonen et al. (1998)	Evaluar los efectos de 18 meses de entrenamiento de calistenia y resistencia sobre la densidad mineral ósea (DMO) en	105 mujeres fueron divididas en 3 grupos aleatoriamente; grupo de calistenia, grupo de resistencia y grupo control	La DMO de columna lumbar, cuello femoral derecho, calcáneo y el radio distal. La	El VO <sub>2</sub> máx mejoró significativamente en el grupo de resistencia, así como la DMO del cuello femoral. El grupo de	El entrenamiento de resistencia mantiene la DMO del cuello femoral de mujeres perimenopáusicas.

	mujeres perimenopáusicas.		fuerza isométrica y el VO2 máx	calistenia tuvo efectos insignificantes.	
--	---------------------------	--	--------------------------------	--	--

**Tabla 2**

*Cuadro resumen*

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Variabes	Resultados	Conclusiones
Lai et al. (2013)	Investigar el efecto de la vibración de cuerpo entero (WBV) de alta frecuencia y alta magnitud sobre la densidad mineral ósea (DMO) de la columna lumbar en mujeres postmenopáusicas.	28 mujeres fueron divididas en un grupo de WBV y un grupo control.	La DMO de la columna lumbar.	Seis meses después, la DMO del grupo WBV había aumentado significativamente mientras que la del grupo de control había disminuido	6 meses de WBV de alta frecuencia y magnitud produjeron beneficios significativos para la DMO de la columna lumbar en mujeres postmenopáusicas.
Lašinytė et al. (2017)	Evaluar cambios de equilibrio en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis después de un programa de ejercicios de Tai Chi.	13 mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.	El equilibrio mediante la plataforma "Sigma Balance Pad" y la prueba "BESS"	Hubo cambios estadísticamente significativos con los ojos abiertos, pero no con los ojos cerrados. En la prueba BESS hubo una mejoría significativa del equilibrio estático.	Hubo una mejora del equilibrio: en el balanceo corporal y en el centro de presión, la velocidad de desplazamiento disminuyó después de la intervención de Tai Chi
Mosti et al. (2013)	Observar los beneficios del entrenamiento de fuerza máxima en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.	22 mujeres fueron divididas en un grupo de entrenamiento (TG) y un grupo control (CG).	Las mediciones incluyeron 1RM, desarrollo de la fuerza (RFD), la densidad mineral ósea (DMO), el contenido mineral	El TG mejoró el 1RM, el RFD y la DMO de la columna lumbar y cuello femoral.	El ejercicio de sentadillas en entrenamiento de fuerza máxima mejoró el 1 RM, RFD y los marcadores de metabolismo óseo en mujeres

			óseo (BMC) y suero marcadores de metabolismo óseo.		postmenopáusicas con osteoporosis
--	--	--	--	--	-----------------------------------

**Tabla 3**

*Cuadro resumen*

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Variables	Resultados	Conclusiones
Motorwala et al. (2016)	Estudiar los efectos del yoga integrado sobre la densidad mineral ósea (DMO) en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.	30 mujeres en el grupo de edad de 45 a 62 años que padecen osteoporosis postmenopáusica.	La DMO de la columna lumbar.	Hubo una mejoría significativa en el T-score comparando el pre-entrenamiento y el pos-entrenamiento.	El yoga integrado es un modo seguro de actividad física que ayuda a inducir una mejoría en la DMO de pacientes postmenopáusicas con osteoporosis.
Murtezani et al. (2014)	Investigar los efectos del ejercicio terrestre (LE) y el ejercicio acuático (AE) sobre la función física y densidad mineral ósea (DMO).	58 mujeres postmenopáusicas de 50-70 años diagnosticadas con osteoporosis fueron asignados a 2 grupos aleatoriamente; grupo LE y AE.	La función física (fuerza, flexibilidad, equilibrio y tiempo de marcha) y la DMO (mediante DEXA) se evaluaron antes y después de 10 meses de intervención.	No diferencia en los datos antropométricos. Mejorías significativas de función física y DMO en el grupo LE. No hubo diferencias respecto al equilibrio.	Las mejoras significativas en la función física y la DMO sugieren que LE es una posible alternativa para mujeres postmenopáusicas con OP.
Pasqualini et al. (2019)	Explorar en un grupo de mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea los efectos de un	33 mujeres postmenopáusicas con una puntuación T en la columna lumbar o el	Parámetros antropométricos, de aptitud, los marcadores de remodelación	Después de 3 meses de intervención, el número de OC aumentó significativamente, así como la 1 RM, el VO2máx,	El programa de ejercicios establecido es capaz de aumentar los marcadores de formación ósea sin aumentos significativos

	programa de fuerza y resistencia sobre las células osteogénicas circulantes (OC).	cuello femoral entre -1 y -2,5 DE.	ósea, los OC y marcadores de calidad de vida.	la calidad de vida respecto al dolor y la altura.	de los marcadores de reabsorción ósea.
--	---	------------------------------------	---	---	--

**Tabla 4**

*Cuadro resumen*

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	VARIABLES	Resultados	Conclusiones
Ruan et al. (2008)	Determinar si la vibración no invasiva inhibiría la disminución de la densidad mineral ósea (DMO), mejoraría la DMO de la columna lumbar y del cuello femoral, y reduciría el dolor crónico de espalda en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.	116 mujeres postmenopáusicas con osteoporosis dividiéndose en el grupo A (tratamiento con vibración) y B (sin tratamiento).	La DMO de L2-4, del cuello femoral bilateral, el índice de masa corporal (IMC) y el dolor de espalda con la escala EVA.	Hubo cambios significativos de la DMO de la columna lumbar y del cuello femoral en el grupo A, así como una reducción del dolor crónico de espalda.	La terapia con vibraciones parece ser útil para reducir el dolor de espalda crónico y aumentar la DMO del cuello femoral y columna lumbar en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.
Slatkovska et al. (2011)	Determinar si la terapia de vibración de cuerpo entero (WBV) mejora la estructura y densidad ósea.	202 mujeres postmenopáusicas con puntuaciones T-score entre 1.0 y 2.5 sin medicamentos recetados para los huesos.	La DMO de la tibia y el radio distal.	12 meses de terapia con WBV no tuvieron un efecto significativo sobre cualquier densidad ósea en comparación con el grupo control.	La terapia de vibración de cuerpo entero a 0.3g y 90 o 30 Hz durante 12 meses no alteró la DMO ni la estructura ósea en pacientes postmenopáusicas.
Ureña et al. (2010)	Evaluar el efecto de un programa de natación en piscina profunda y otro en piscina poco profunda sobre la	60 mujeres fueron divididas en 2 grupos; grupo (A) de natación en piscina profunda y grupo (B) de impacto y	El índice de rigidez óseo, medidas antropométricas y	La única variable donde hubo diferencias fue en el peso del grupo de impacto y resistencia.	Un programa de entrenamiento de 6 meses de duración con dos sesiones semanales no es suficiente para la

	mejora del índice de rigidez óseo en mujeres osteopénicas postmenopáusicas.	resistencia en piscina poco profunda.	el nivel de actividad física.		mejora del índice de rigidez óseo, ni para modificar los hábitos de actividad física de las participantes.
--	---	---------------------------------------	-------------------------------	--	--

**Tabla 5**

*Cuadro resumen*

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra	Variables	Resultados	Conclusiones
Von Stengel et al. (2007)	Investigar el efecto de dos métodos diferentes de carga en el entrenamiento de resistencia sobre la DMO y dolor en mujeres postmenopáusicas previamente entrenadas.	53 mujeres pre-entrenadas fueron asignadas aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de fuerza (ST) y otro de potencia (PT).	Velocidad de movimiento, la DMO con absorciometría de rayos X dual y el dolor mediante un cuestionario.	Hubo cambios significativos 2 años después entre grupos en favor del grupo PT. Hubo una tendencia no significativa en favor del grupo PT en la DMO de cadera y en el dolor de la columna lumbar.	Los resultados muestran que el PT puede ser superior para mantener la DMO en mujeres postmenopáusicas.
Watson et al. (2018)	Determinar la eficacia y monitorizar los eventos adversos del entrenamiento de fuerza de alta intensidad e impacto (HiRIT) para reducir los parámetros de riesgo de fractura en mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea.	101 mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea se dividieron de manera aleatoria en un grupo HiRIT y otro control el cual realizaba ejercicios de baja intensidad en casa.	DMO de la columna lumbar y del fémur proximal, así como medidas del rendimiento funcional.	Hubo cambios significativos en favor del grupo de fuerza e impacto mejorando así la DMO del cuello femoral y de la columna lumbar.	El programa HiRIT novedoso y breve mejora los índices de resistencia ósea y el rendimiento funcional en mujeres postmenopáusicas con baja densidad ósea.



Wen et al. (2017)	Determinar los efectos de ejercicios aeróbicos en grupo a corto plazo (GBSA) sobre el metabolismo óseo, la densidad mineral ósea (DMO) y la aptitud funcional en mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea.	48 mujeres con baja masa ósea se dividieron de manera aleatoria en un grupo de ejercicios y otro control.	Marcadores metabólicos óseos, la DMO y componentes de aptitud funcional.	No hubo cambios significativos en la DMO entre grupos. Mejoró la aptitud funcional en el grupo de ejercicio. Cambios significativos en el recambio óseo (CTX).	El ejercicio GBSA a corto plazo benefició al metabolismo óseo y la salud en general mediante una reducción significativa de la actividad de reabsorción ósea y mejora de la aptitud funcional en mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea.
-------------------	---	---	--	--	---

## 4.2 Resumen artículos empleados

A continuación, se expondrán los resultados de los diferentes estudios encontrados en la búsqueda bibliográfica, pudiendo destacar que la mayoría de ellos diferencian los sujetos entre un grupo experimental de ejercicio y un grupo control. A su vez, la variable que más se repite y que más peso tendrá sobre el beneficio del EF en la osteoporosis es la densidad mineral ósea.

Basat et al. (2013) realizaron un estudio experimental de 6 meses de duración sobre 42 mujeres postmenopáusicas con el objetivo de determinar los efectos del entrenamiento con ejercicios de alto impacto sobre la DMO en L1-L4, los marcadores de recambio óseo y la calidad de vida. Se les aplicó una suplementación diaria de calcio y vitamina D a los sujetos, y se dividieron en tres grupos de manera aleatoria: grupo de fortalecimiento, grupo de ejercicio de alto impacto y grupo control. Ambos grupos de entrenamiento realizaron tres sesiones supervisadas a la semana de 60 minutos de duración con un calentamiento, una parte principal y una vuelta a la calma. Se apreció un aumento significativo de la DMO y de los marcadores óseos en el grupo de alto impacto y fortalecimiento, en comparación con el grupo control. La calidad de vida mejoró en los grupos de entrenamiento.

Posteriormente, Hamaguchi et al. (2017) hicieron un estudio experimental acerca de los efectos del entrenamiento de potencia de cargas ligeras y bajas repeticiones sobre la densidad mineral ósea en mujeres postmenopáusicas. Teniendo como variables principales la DMO de los brazos, la pelvis, las piernas y el cuerpo entero, los datos antropométricos y la fuerza isométrica máxima de los extensores de la rodilla, 19 mujeres fueron divididas en un grupo control y otro experimental. Este último realizó durante 6 semanas, 2 entrenamientos supervisados cada semana de 60 minutos, el cual incluía 5 ejercicios de MMII a 8 series de 3 repeticiones con una contracción concéntrica rápida. La carga iría aumentando según el feedback de los sujetos (medido con la escala Borg). Se apreció un aumento significativo de la DMO de la pelvis, así como de fuerza en el agarre y en los músculos extensores de la rodilla. Sin embargo, no se apreciaron cambios en los datos antropométricos en la DMO del antebrazo.

Heinonen et al. (1998) llevaron a cabo un estudio de 18 meses en el que se evaluaban los efectos del entrenamiento de calistenia y de resistencia sobre la DMO en mujeres perimenopáusicas. En él, 105 mujeres fueron divididas aleatoriamente en tres grupos: a) grupo de calistenia, b) grupo de resistencia y c) grupo control. El primer grupo realizó en la parte principal 8 ejercicios enfocados a la calistenia para 3 series de 16 repeticiones (4 veces por semana), el segundo grupo realizó en la parte principal intervalos de caminata, ciclismo y tapiz rodante al 55-75% del  $VO_2$ máx (4 veces por semana) y el grupo control realizó estiramientos una vez a la semana. Teniendo como variables principales el  $VO_2$ máx, la fuerza isométrica de diferente musculatura y la DMO de la columna lumbar, el cuello femoral, el calcáneo y el radio distal, solo se obtuvo una mejoría significativa en el  $VO_2$ máx en la DMO del cuello femoral en el grupo de resistencia. El grupo de calistenia tuvo efectos insignificantes.

Lai et al. (2013) realizaron un estudio de 6 meses de duración en el que investigaron los posibles efectos de la vibración de cuerpo entero con una alta frecuencia y magnitud sobre la DMO de la columna lumbar en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis. Se dividieron 28 mujeres en un grupo experimental y otro control, recibiendo así el primer grupo una intervención de terapia con vibración de cuerpo entero de 5 minutos/sesión a 30Hz de frecuencia y 3,2 g de magnitud 3 veces por semana durante 6 meses de manera supervisada. Los resultados concluyeron una mejora significativa de entre un 2-3 % en la DMO de la columna lumbar del grupo que recibió el tratamiento y una disminución de 0,04-1.2 % en el grupo control.

En el reciente estudio de Lašinyté et al. (2017) se quiso evaluar los posibles cambios de equilibrio en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis después de un programa de ejercicios de Tai Chi. Un total de 13 mujeres realizaron sesiones de una hora de Tai Chi dos veces por semana durante 8 semanas. Las variables evaluadas fueron el equilibrio mediante la plataforma "Sigma Balance Pad" y la prueba "BESS" (la cual consiste en mantener el equilibrio en tres posiciones y dos superficies diferentes). Se mostraron cambios estadísticamente significativos con los ojos abiertos, pero no con los ojos cerrados. En la prueba BESS hubo una mejoría significativa del equilibrio estático.

En el estudio llevado a cabo por Mosti et al. (2013) se observó los beneficios que puede llegar a tener el entrenamiento de fuerza máxima sobre mujeres postmenopáusicas con osteoporosis. Se dividieron 22 mujeres en un grupo control y otro experimental para que así, éste último, realizara un entrenamiento de fuerza máxima tres veces por semana durante 12 semanas. Dicho entrenamiento consistió en un calentamiento de 2 series de 8-12 repeticiones, para posteriormente realizar una parte principal de 4 series de sentadilla Hack para 3-5 repeticiones al 85-90% del 1RM, dando especial importancia a una fase concéntrica rápida. Hubo una mejora significativa en las variables medidas que fueron el 1 RM, el contenido mineral óseo, el desarrollo de la fuerza, la DMO y los marcadores de metabolismo óseo, destacando la mejora del cuello femoral y de la columna lumbar en la DMO.

Motorwala et al. (2016) estudiaron los efectos del yoga sobre la DMO en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis en un grupo de 30 mujeres de entre 45-62 años. Para ello, teniendo como variable principal la DMO de la columna lumbar, se realizó un entrenamiento de yoga de una hora, cuatro días a la semana durante 6 meses. Dicha sesiones fueron impartidas por un fisioterapeuta y un monitor de yoga, en ellas se realizaba un calentamiento y una parte principal de asanas (las cuales son unas posturas de yoga) en diferentes posiciones. Los resultados mostraron una mejora significativa en el T-score sobre la DMO de la columna lumbar.

En el estudio llevado a cabo por Murtezani et al. (2014) se investigó los posibles efectos del ejercicio terrestre (LE) y el ejercicio acuático (AE) sobre la función física y la DMO en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis. Las 58 mujeres que participaron en el estudio se dividieron aleatoriamente en el grupo LE y LA para realizar un entrenamiento de 55 minutos y 35 minutos respectivamente 3 veces por semana durante 10 meses. El grupo LE se centró en un trabajo aeróbico que consistía en subir escaleras y caminatas con chalecos de carga con el 10% del peso del sujeto, y un trabajo de fuerza de los músculos extensores de espalda al 70-80% del 1RM. A su vez, el grupo AE se centró en mejorar la fuerza y la densidad mineral ósea con ejercicios en posiciones verticales dentro del agua; circuitos de fuerza, caminar con peso... Todos los sujetos fueron suplementados con calcio y vitamina D diariamente. Finalmente aunque los resultados no mostraron diferencias significativas sobre los

datos antropométricos y el equilibrio, sí que hubo mejoras significativas en la función física y DMO del grupo LE.

En el reciente estudio de Pasqualini et al. (2019) se investigó acerca de los efectos de un programa de fuerza y resistencia sobre las células osteogénicas (OC) circulantes en un grupo de mujeres postmenopáusicas con bajos niveles de masa ósea. Utilizando como variables principales los datos antropométricos, los marcadores de calidad de vida y los de remodelación ósea, entre otros, 33 mujeres realizaron un entrenamiento de 24 sesiones de 45 minutos durante 3 meses. La sesión constaba de 15 minutos de ejercicios aeróbicos con cicloergómetro y 30 minutos de ejercicios de fuerza a modo de circuito. Cada dos semanas la carga de entrenamiento se incrementaba para realizar una sobrecarga progresiva. Durante el primer mes no se produjo ningún efecto significativo, no obstante, al terminar el estudio, se pudo observar una mejora en el 1 RM, en el  $VO_{2\text{máx}}$ , en el número de OC y en la calidad de vida respecto al dolor.

Ruan et al. (2008) realizaron un estudio para determinar si la vibración no invasiva podría reducir la pérdida de la DMO y, por ende, aumentar este parámetro en la columna lumbar y el cuello femoral y disminuir el dolor crónico de espalda en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis. Las 116 mujeres que participaron en el estudio se dividieron en dos grupos: un grupo de tratamiento con vibración y otro grupo sin tratamiento alguno. Las variables principales a medir fueron la DMO de L2-4 del cuello femoral bilateral, el índice de masa corporal y el dolor de espalda con la escala EVA. Tras administrar una dosis de vibración de 30Hz a una amplitud de 5mm, 5 veces por semana con una duración de 10 minutos por sesión durante 6 meses, se demostró que hubo cambios significativos en la DMO de la columna lumbar y cuello femoral del grupo A, así como una reducción del dolor crónico de espalda.

Posteriormente Slatkovska et al. (2011) determinaron si la terapia de vibración de cuerpo entero (WBV) podía mejorar la estructura y densidad ósea en 202 mujeres postmenopáusicas. Los sujetos se dividieron en 2 grupos experimentales y 1 control. Se tuvo en cuenta la DMO de la tibia y del radio distal como variables principales en el estudio. El tratamiento consistió en administrar dosis de 90Hz y 30Hz,

respectivamente a cada grupo, a una baja magnitud de 0,3 g con una duración de 20 minutos durante 12 meses. Al terminar el estudio se demostró que la terapia de WBV no tuvo efectos significativos en comparación con ninguna terapia.

Si nos basamos en estudios de bajo impacto, Ureña et al. (2010) evaluaron el efecto de un programa de natación, en piscina profunda y poco profunda, la mejora del índice de rigidez óseo, las medidas antropométricas y el nivel de actividad física en mujeres osteopénicas postmenopáusicas. Las 60 mujeres que participaron fueron divididas en dos grupos, el A, de piscina profunda, y el B, de resistencia e impacto en piscina poco profunda. Mientras que el primer grupo utilizaba la natación y la mejora de la técnica como elemento de actuación, el segundo grupo realizaban saltos, carreras, tracciones, así como la utilización de medios externos para aumentar la resistencia del agua. Tras realizar el entrenamiento durante 6 meses, 2 días a la semana con una duración de 45 minutos, los resultados mostraron que la única variable en la que hubo diferencias significativas fue en el peso del grupo de impacto y resistencia, por lo que, un programa de entrenamiento de 6 meses de duración con dos sesiones semanales no es suficiente para la mejora del índice de rigidez óseo en mujeres postmenopáusicas osteopénicas.

Von Stengel et al. (2007) investigaron el efecto de la aplicación dos métodos de entrenamiento de resistencia sobre la DMO y el dolor lumbar en mujeres postmenopáusicas previamente entrenadas. En el estudio, 53 mujeres fueron divididas en un grupo de entrenamiento de fuerza y otro de potencia para realizar 10-12 ejercicios, 2-4 series de 4-12 repeticiones al 70-92.5 de la RM 2 veces por semana durante 2 años. Teniendo como variables principales la velocidad de movimiento, siendo mayor en el grupo de potencia, la DMO medida con absorciometría de rayos X dual y el dolor medido mediante un cuestionario, los resultados mostraron cambios significativos en favor del grupo de potencia.

En el reciente estudio de Watson et al. (2018) se determinó la eficacia del entrenamiento de fuerza de alta intensidad e impacto (HiRIT) sobre las mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea. Se dividieron 101 mujeres de manera aleatoria en un grupo de HiRIT y un grupo control el cual realizaría ejercicios de baja

intensidad en casa. El grupo experimental realizó un entrenamiento de fuerza e impacto de 4 ejercicios con cargas de más del 80% del 1 RM con una duración de 30 minutos, 2 veces por semana durante 8 meses, a su vez el grupo control realizó ejercicios orientados al equilibrio y a la movilidad con una intensidad menor al 60% del 1 RM. Teniendo como variables principales la DMO de la columna lumbar y del fémur proximal, así como las medidas de rendimiento funcional, los resultados mostraron mejoras significativas en sobre la DMO de las variables estudiadas del grupo experimental.

Para concluir Wen et al. (2017) estudiaron los efectos del ejercicio aeróbico sobre el metabolismo óseo, la DMO y la aptitud funcional de mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea. Se dividieron 48 mujeres de manera aleatoria en un grupo experimental, el cual realizaba ejercicio aeróbico al 75-85% de la frecuencia cardíaca de reserva durante 90 minutos por sesión, 3 veces por semana, y un grupo control. Tras 10 semanas de entrenamiento, no hubo diferencias significativas en la DMO. No obstante, sí hubo mejoría en la aptitud funcional y en el recambio óseo del grupo experimental.

## **5. Discusión**

### **5.1 Entrenamiento terrestre vs acuático**

La mayoría de los ECAs seleccionados para la revisión bibliográfica centran su intervención en un entrenamiento orientado al medio terrestre, no obstante, Murtezani et al. (2014) comparó los posibles efectos del EF en ambos medios, parecido a Ureña et al. (2010), que comparó los efectos de dos programas de natación sobre la rigidez ósea en mujeres osteopénicas postmenopáusicas. Pese a que el primer estudio tuviera una duración algo más prolongada, ambos presentaban un número de sujetos similar (58 y 60) y una metodología en el grupo acuático parecida, realizando saltos, carreras, usando métodos de resistencia al agua externo... Tras la intervención no hubo diferencias significativas en dichos grupos, pudiendo demostrar que el entrenamiento acuático no beneficia al tratamiento de la osteoporosis. Sin embargo, el grupo terrestre de Murtezani et al. (2014), que se centró en un trabajo aeróbico con

cargas externas y un trabajo de fuerza de los músculos extensores de la espalda con cargas del 70-80% del 1 RM, consiguieron unos resultados muy favorables sobre la DMO y la función física de dichos sujetos.

Al igual que el anterior estudio Wen et al. (2017) y Heinonen et al. (1998) decidieron centrar su intervención en evaluar los efectos del entrenamiento aeróbico, y por lo tanto también terrestres, sobre la densidad mineral ósea en mujeres postmenopáusicas. Ambos grupos experimentales, con un entrenamiento de 3-4 veces por semana, realizaron ejercicio al 75-85% de la frecuencia cardíaca de reserva y al 55-75% del  $VO_2$ máx respectivamente; sin embargo, la duración de estos estudios fueron clave para los resultados que obtuvieron. Mientras que 10 semanas de intervención de Wen et al. (2017) no fueron suficientes para obtener diferencias significativa en la DMO de los sujetos que participaron, Heinonen et al. (1998) consiguió una mejora notable sobre el  $VO_2$ máx y la DMO del cuello femoral con 18 meses de intervención. En las limitaciones del estudio de Wen et al. (2017) se comenta la corta duración de la intervención, obteniendo beneficios solo en la aptitud funcional y en el recambio óseo.

Nombrar también que en el estudio de Heinonen et al. (1998), hubo otro grupo de intervención el cual realizó durante los 18 meses un entrenamiento de calistenia sin beneficio relevante alguno, al igual que el grupo control, aunque este incluso llegó a disminuir su DMO en todas las zonas medidas, la columna lumbar, el cuello femoral, el calcáneo y el radio distal.

En consecuencia, podemos afirmar que el entrenamiento terrestre está más indicado y produce más beneficios que el acuático para este grupo de población. No obstante, el entrenamiento aeróbico parece no dejar resultados claros acerca de si es el método más apropiado para su tratamiento.

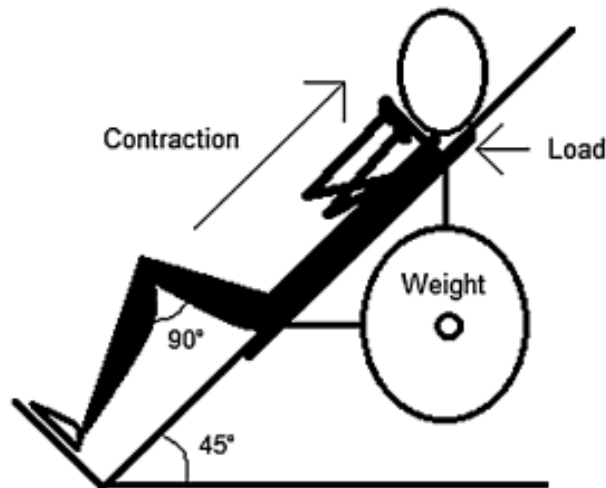


## 5.2 Entrenamiento de fuerza e impacto

Tras un mes de entrenamiento de fuerza y resistencia en mujeres postmenopáusicas con baja densidad mineral ósea, Pasqualini et al. (2019) no encontró ningún efecto significativo a destacar sobre las variables medidas (1 RM, calidad de vida y aumento de las células osteogénicas entre otras), no obstante, pasados tres meses de entrenamiento de fuerza, Pasqualini et al. (2019) y Mosti et al. (2013) demostraron que es suficiente para aumentar la fuerza, los marcadores metabólicos óseos, la calidad de vida y la DMO en el cuello femoral y en la columna lumbar. Mientras que el primer estudio utilizaba cargas más moderadas, Mosti et al. (2013) utilizó tras un calentamiento al 50% de la carga posteriormente usada, una intensidad del 85-90% del 1 RM. En este caso el entrenamiento se resumió en un solo ejercicio de 4 series a 3-5 repeticiones de sentadilla Hack, la cual se puede ver en la Figura 2. Se animó a los sujetos a llegar a la fatiga máxima e incluso a subir la carga si se llegaban a las 5 repeticiones. En base a esto se puede afirmar que tanto el uso de cargas moderadas como el uso de cargas más vigorosas en el entrenamiento de fuerza, mejoran los niveles de marcadores de metabolismo óseo, así como la densidad mineral ósea de mujeres postmenopáusicas con baja densidad ósea.

### Figura 3

*Ilustración de la máquina de sentadilla Hack y el posicionamiento durante las pruebas y el entrenamiento.*



*Nota.* Reproducida de Maximal strength training in postmenopausal women with osteoporosis or osteopenia (p. 2880), por Mosti et al., 2013, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10).

El grupo de entrenamiento de fuerza de Basat et al. (2013) solo necesitó realizar una serie de 10 repeticiones en cada ejercicio para obtener beneficios sobre la densidad mineral ósea de L1-L4 (+1,3%) y los marcadores óseos medidos sobre mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea. El estudio tuvo una duración de 6 meses.

Watson et al. (2018) y Basat et al. (2013) demostraron que los entrenamientos de fuerza e impacto aumentan la DMO de la columna lumbar en comparación con el grupo control, los cuales realizaron ejercicios de movilidad y equilibrio en el primer estudio; mientras que en el segundo su única premisa era seguir con las actividades de su vida diaria. Ambos estudios utilizaron la densitometría ósea (DXA) para evaluar la densidad mineral ósea de los sujetos. Mientras que Watson et al. (2018) realizaba ejercicios a más del 80% del 1 RM, como peso muerto, press militar, sentadilla y dominadas con salto y aterrizaje; Basat et al. (2013) realizaba, en el grupo de alto impacto, 10 saltos a la comba al día hasta un máximo de 50 diarios. Cabe destacar

que los sujetos de ambos estudios mantenían una ingesta diaria de calcio de más de 1000 mg diarios. Los resultados mostrados por Basat et al. (2013) indicaron también un aumento significativo de los niveles de osteocalcina (OC), una hormona producida por los osteoblastos durante la formación ósea, en un 31,1% para el grupo de fuerza y 30,2% para el grupo de alto impacto.

En base a los estudios analizados se puede afirmar que el entrenamiento de impacto a alta y moderada intensidad mejora la masa ósea de mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.

### **5.3 Entrenamiento de potencia**

La mayoría de los estudios de esta revisión bibliográfica utilizan el porcentaje de 1 RM como variable principal del entrenamiento para poder ajustar la carga correctamente y por consiguiente cuadrar la intensidad en cada sesión. Hamaguchi et al. (2017) muestra cómo la escala de Borg sustituyó en este caso al porcentaje de 1 RM, siendo igual de efectivo que el anterior y con resultados favorables en su investigación.

El programa de entrenamiento planteado con una contracción concéntrica rápida, más enfocado a la potencia muscular, obtuvo mejoras significativas sobre la densidad mineral ósea en mujeres postmenopáusicas en los estudios de Hamaguchi et al. (2017) y Von Stengel et al. (2007). Tanto el número de ejercicios, de repeticiones como el de series varió en cada estudio, utilizando en el primero 5 ejercicios de MMII a 8 series de 3 repeticiones, y el segundo, 10-12 ejercicios de 2-4 series a 4-12 repeticiones. A su vez, el enfoque de los ejercicios también era diferente, de manera que Hamaguchi et al. (2017) se centró más en MMII, obteniendo así unos resultados más contundentes sobre la DMO de la pelvis y no del antebrazo y Von Stengel et al. (2007) se centró más en un entrenamiento con máquinas de cuerpo entero, consiguiendo unos resultados más favorables sobre la DMO de la columna lumbar y no tanto sobre la cadera. Hay que destacar la diferencia de duración de ambos estudios y, por ende, de ambos programas de entrenamiento. Mientras que en la intervención de Hamaguchi et al. (2017) la extensión fue de 6 semanas, la de Von

Stengel et al. (2007) duró 2 años, logrando así unos resultados significativamente más destacables, los cuales se pueden observar en la Figura 3 en comparación con la Tabla 1.

**Tabla 6**

*Cambios en la Densidad Mineral Ósea (DMO)*

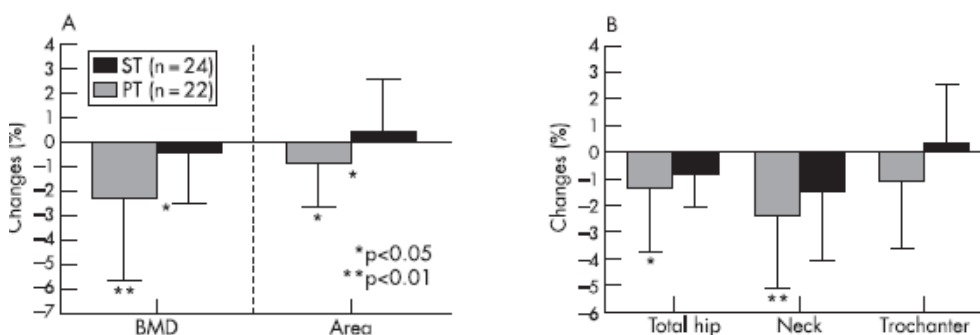
	Training (n = 7)		Control (n = 8)		ANOVA Interaction	
	Pre	Post	Pre	Post	F	P
BMD (g/cm <sup>3</sup> )						
Total body	0.981 ± 0.074	0.981 ± 0.063	0.996 ± 0.057	0.992 ± 0.061	0.860	0.371
Arm	0.681 ± 0.042	0.676 ± 0.047	0.693 ± 0.042	0.688 ± 0.047	0.035	0.854
Spine	0.890 ± 0.069	0.883 ± 0.051	0.877 ± 0.077	0.870 ± 0.079	0.003	0.957
Pelvis	0.920 ± 0.076	0.935 ± 0.080	0.926 ± 0.072	0.917 ± 0.057	6.061	0.029*
Leg	0.985 ± 0.090	0.987 ± 0.082	1.026 ± 0.069	1.025 ± 0.077	0.213	0.652

\*p < 0.05

*Nota.* Reproducida de The effects of low-repetition and light-load power training on bone mineral density in postmenopausal women with sarcopenia: a pilot study (p. 5), por Hamaguchi et al., 2017, *BMC Geriatrics*, 17(1).

**Figura 4**

*Cambios porcentuales de la densidad mineral ósea entre el inicio y 2 años después de la columna lumbar (A) y el fémur proximal (B).*



*Nota.* Reproducida de Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: A 2-year longitudinal study (p. 652), por Von Stengel et al., 2007, *British Journal of Sports Medicine*, 41(10).

Por lo que podemos afirmar que tanto las repeticiones altas como las bajas, con una intensidad marcada (13 en la escala Borg o  $>70\%$  de 1 RM), producen efectos positivos sobre la densidad mineral ósea de mujeres postmenopáusicas siempre y cuando la intención de la contracción concéntrica sea rápida y explosiva.

#### **5.4 Entrenamiento de yoga y equilibrio**

La ganancia o el mantenimiento de masa ósea es un elemento crucial para las personas con osteoporosis, por lo que una de las variables principales a estudiar es la densidad mineral ósea como se ha observado en los diferentes estudios comentados hasta ahora. No obstante, existen otras variables que pueden ayudar a prevenir ciertos factores de riesgo para dicha patología como pueden ser las caídas. Lašinytė et al. (2017) realizó un programa de ejercicio de métodos alternativos a los habituales, el Tai Chi, para evaluar el equilibrio en mujeres postmenopáusicas con osteoporosis. Los resultados no fueron muy significativos, obteniendo solo mejoras en el equilibrio estático y con los ojos abiertos. En la intervención de Watson et al. (2018), el cual tuvo un grupo de estudio dedicado a la mejora del equilibrio y la movilidad con intensidades menores al 60% del 1 RM y estiramientos, tampoco se obtuvieron mejoras significativas sobre la DMO de mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.

A su vez, en el estudio de Motorwala et al. (2016) se midió la variable principal para la patología de osteoporosis, la DMO, en concreto de la columna lumbar. En este caso también se usó un método alternativo de entrenamiento, el yoga. Las diferentes posturas y el mantenimiento del equilibrio en un programa de entrenamiento de 6 meses parece que resultan beneficiosos para este grupo de población; no obstante, aún existe cierta ambigüedad entre los diferentes estudios para demostrar si resulta un buen método de entrenamiento o no para el manejo de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.

## 5.5 Terapia por vibración

Ruan et al. (2008) y Lai et al. (2013) realizaron un estudio de 6 meses cada uno para determinar si la terapia por vibración producía efectos positivos en mujeres postmenopáusicas, las cuales padecían osteoporosis en el segundo estudio. Pese a existir una gran diferencia de sujetos entre ambos (116 y 26) y un mayor volumen de sesiones en la intervención de Ruan et al. (2008), los dos usaron una frecuencia de 30Hz y una duración de sesión similar, 10 y 5 minutos respectivamente. Tras terminar la intervención los resultados fueron favorables en relación con la DMO de la columna lumbar, aumentando significativamente en comparación con el grupo control. Además, Ruan et al. (2008) midió más variables sobre sus sujetos que también obtuvieron ciertas mejoras significativas como pudo ser el dolor crónico de espalda y la DMO del cuello femoral.

Con una duración más larga de dos años y con una población más extensa (202), Slatkovska et al. (2011) utilizó dos frecuencias de vibración diferentes para los dos grupos experimentales, 90Hz y 30Hz, con una magnitud más baja en comparación con la del estudio de Lai et al. (2013). A su vez también varió la duración de exposición al tratamiento, alargándolo hasta 20 minutos, más del doble que los estudios anteriormente mencionados. Estas variaciones no tuvieron efecto alguno sobre la densidad mineral ósea de las mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea que participaron en el estudio.

Podemos concluir con que esta terapia de tratamiento nos ofrece resultados ambiguos de cara a saber si podría ser un método beneficioso para el manejo de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.

## 5.6 Principales variables medidas

Gran parte de los estudios revisados muestran una clara tendencia a tener como variable principal la densidad mineral ósea para demostrar si la intervención realizada fue significativamente positiva para las mujeres postmenopáusicas con osteoporosis.

La mayoría de ellos se centran más concretamente en la región lumbar (Basat et al., 2013; Heinonen et al., 1998; Lai et al., 2013; Mosti et al., 2013; Motorwala et al., 2016; Murtezani et al., 2014; Ruan et al., 2008; Watson et al., 2018; Wen et al., 2017) pero también se añade la región de la pelvis y cadera entre otros, en cambio algunos solo abarcan esta última región (Basat et al., 2013; Hamaguchi et al., 2017; Heinonen et al., 1998; Mosti et al., 2013; Ruan et al., 2008; Von Stengel et al., 2007; Watson et al., 2018).

Otras variables estudiadas a destacar, más orientadas al estilo de vida del sujeto, fueron el dolor de regiones concretas como la espalda y la zona lumbar, y la calidad de vida, medidas mediante la escala EVA y cuestionarios entre otros (Basat et al., 2013; Pasqualini et al., 2019; Ruan et al., 2008; Von Stengel et al., 2007).

Finalmente el equilibrio fue medido en escasos estudios (Lašinytė et al., 2017; Watson et al., 2018) mientras que los datos antropométricos fueron medidos en todos los nombrados anteriormente incluyendo, también, los estudios de Ureña et al. (2010) y Slatkowska et al. (2011).

## **6. Futuras líneas de investigación**

Es necesario seguir investigando acerca de los efectos que producen los diferentes métodos de entrenamiento sobre mujeres postmenopáusicas con osteoporosis con un período de estudio de más de 1 año de duración, puesto que la mayoría de los artículos encontrados recortan la intervención a menos de 12 meses. El objetivo de dicho tratamiento es que acompañe al sujeto durante el resto de su vida y no lo abandone ciertos meses después, por lo que observar los resultados que se obtendrían con una intervención más larga puede ser crucial para el tratamiento de dicha patología. A su vez se necesitan poblaciones más extensas para obtener resultados más firmes y fiables.

## 7. Conclusión

La primera conclusión respecto al objetivo primario de esta revisión es confirmar que la realización de un protocolo de entrenamiento sobre mujeres postmenopáusicas con osteoporosis no tiene efectos adversos sobre ellas, sino que resulta beneficioso para su tratamiento. Los principales beneficios mostrados fueron un aumento de la densidad mineral ósea, de la producción de fuerza y aptitud física, la disminución del dolor en regiones localizadas como la zona dorsal y lumbar, y la mejora de la calidad de vida.

Continuando con los objetivos específicos, podemos concluir que:

- **El entrenamiento terrestre** es más apropiado que el acuático para el tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
- En cuanto al entrenamiento terrestre, **el entrenamiento de fuerza** produce beneficios sobre el manejo de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
- En lo relativo al entrenamiento terrestre, **el entrenamiento de potencia** produce beneficios sobre el manejo de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
- Respecto al entrenamiento terrestre, **el entrenamiento de alto impacto** produce beneficios sobre el manejo de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
- En lo relativo al entrenamiento terrestre, la terapia por vibración, el yoga y demás equilibrios no mostraron resultados claros en cuanto a ser un método efectivo para el manejo de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
- En referencia al entrenamiento terrestre, el entrenamiento aeróbico no mostró efectos claros en cuanto a ser un método efectivo para el manejo de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas.
- La principal variable medida en los estudios fue la densidad mineral ósea (DMO).
- Otras variables medidas fueron la producción de fuerza, el dolor, la calidad de vida y el equilibrio.



En definitiva, el ejercicio físico terrestre debe formar parte del tratamiento de la osteoporosis en mujeres postmenopáusicas para garantizar una mejora en la densidad mineral ósea entre otras.

## 8. Referencias bibliográficas

- Basat, H., Esmailzadeh, S., y Eskiurt, N. (2013). The effects of strengthening and high-impact exercises on bone metabolism and quality of life in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 26(4), 427–435. <https://doi.org/10.3233/BMR-130402>
- Cosman, F., de Beur, S. J., LeBoff, M. S., Lewiecki, E. M., Tanner, B., Randall, S., y Lindsay, R. (2014). Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporosis International*, 25(10), 2359–2381. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-2794-2>
- Del Pino, J. (2012). Coste de la osteoporosis postmenopáusica. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 4(Supl 1), 17–21.
- Fernandes, L., de Oliveira, M., Lirani-Galvão, A., Marin-Mio, R., dos Santos, R., y Lazaretti-Castro, M. (2014). Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia*, 58(5), 514–522. <https://doi.org/10.1590/0004-2730000003374>
- Guzón, O., Gómez, P., Panadero, F.J., y Alonso, B. (2011). Menopausia y Climaterio. *Panorama Actual del Medicamento*, 35(340), 4-10.
- Hamaguchi, K., Kurihara, T., Fujimoto, M., Iemitsu, M., Sato, K., Hamaoka, T., y Sanada, K. (2017). The effects of low-repetition and light-load power training on bone mineral density in postmenopausal women with sarcopenia: a pilot study. *BMC Geriatrics*, 17(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12877-017-0490-8>
- Heinonen, A., Oja, P., Sievänen, H., Pasanen, M., y Vuori, I. (1998). Effect of two training regimens on bone mineral density in healthy perimenopausal women: A randomized controlled trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13(3), 483–490. <https://doi.org/10.1359/jbmr.1998.13.3.483>
- Ivanova, S., Vasileva, L., Ivanova, S., Peikova, L., y Obreshkova, D. (2015). Osteoporosis: Therapeutic Options. *Folia Medica*, 57(3–4), 181–190. <https://doi.org/10.1515/folmed-2015-0037>
- Lai, C. L., Tseng, S. Y., Chen, C. N., Liao, W. C., Wang, C. H., Lee, M. C., y Hsu, P. S. (2013). Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: A randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 1603–1609. <https://doi.org/10.2147/CIA.S53591>
- Lašinytė, E., Mauricienė, V., Vainoras, A., y Berškienė, K. (2017). Does Balance Improve After the Application of Tai Chi Exercise Program in Post- Menopausal Women With Osteoporosis? *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 2(105), 33–39. <https://doi.org/10.33607/bjshs.v2i105.23>

- Márquez, J. J. (2020). Inactividad física, ejercicio y pandemia COVID-19. *Viref Revista de Educación Física*, 9(2), 43–56.
- Martínez, V., y Sánchez, M. (2008). Relación entre actividad física y condición física en niños y adolescentes. *Revista española de cardiología*, 61(2), 108-111
- Mosti, M. P., Kaehler, N., Stunes, A. K., Hoff, J., y Syversen, U. (2013). Maximal strength training in postmenopausal women with osteoporosis or osteopenia. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10):2879-86. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318280d4e2>
- Motorwala, Z., Kolke, S., Panchal, P., Bedekar, N., Sancheti, P., y Shyam, A. (2016). Effects of Yogasanas on osteoporosis in postmenopausal women. *International Journal of Yoga*, 9(1), 44. <https://doi.org/10.4103/0973-6131.171717>
- Murtezani, A., Nevzati, A., Ibraimi, Z., Sllamniku, S., Meka, V. S., y Abazi, N. (2014). The effect of land versus aquatic exercise program on bone mineral density and physical function in postmenopausal women with osteoporosis: A randomized controlled trial. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 16(3), 319–325. <https://doi.org/10.5604/15093492.1112533>
- Pasqualini, L., Ministrini, S., Lombardini, R., Bagaglia, F., Paltriccina, R., Pippi, R., Collebrusco, L., Reginato, E., Sbroma Tomaro, E., Marini, E., D'Abbondanza, M., Scarponi, A. M., De Feo, P., y Pirro, M. (2019). Effects of a 3-month weight-bearing and resistance exercise training on circulating osteogenic cells and bone formation markers in postmenopausal women with low bone mass. *Osteoporosis International*, 30(4), 797–806. <https://doi.org/10.1007/s00198-019-04908-9>
- Pérez, L. E., y Rojas I. (2011). Menopausia: panorama actual de manejo Menopause: an overview of current assessment and management. *Rev. Fac. Med*, 56(1), 56–65.
- Rodríguez, Y., Darías, Y., y Rodríguez, R. (2018). El ejercicio físico para contrarrestar la osteoporosis. *Correo Científico Médico*, 22(3), 361-364.
- Ruan, X. Y., Jin, F. Y., Liu, Y. L., Peng, Z. L., y Sun, Y. G. (2008). Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *Chinese Medical Journal*, 121(13), 1155–1158. <https://doi.org/10.1097/00029330-200807010-00001>
- Schurman, L., y Bagur, A. (2007). Guías para diagnóstico, prevención y tratamiento de la osteoporosis 2007. *Revista Argentina de Osteología*, 27–41.
- Slatkovska, L., Alibhai, S. M. H., Beyene, J., Hu, H., Demaras, A., y Cheung, A. M. (2011). Effect of 12 months of whole-body vibration therapy on bone density and structure in postmenopausal women: A randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 155(10), 668–679. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-155-10-201111150-00005>

- Ureña, G. D., Barriga, A., Fernando, M., Díaz, J., y Valdivielso, F. N. (2010). Effects of two aquatic physical activity programs with different impact, on stiffness index and physical activity level in postmenopausal and osteopenic women from Toledo. *International Journal of Sport Science*, 20(6), 196–204. <https://doi.org/10.5332/ricyde2010.02002>
- Von Stengel, S., Kemmler, W., Lauber, D., Kalender, W. A., y Engelke, K. (2007). Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: A 2-year longitudinal study. *British Journal of Sports Medicine*, 41(10), 649–655. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033480>
- Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Harding, A. T., Horan, S. A., y Beck, B. R. (2018). High-Intensity Resistance and Impact Training Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women with Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 33(2), 211–220. <https://doi.org/10.1002/jbmr.328>
- Wen, H. J., Huang, T. H., Li, T. L., Chong, P. N., y Ang, B. S. (2017). Effects of short-term step aerobics exercise on bone metabolism and functional fitness in postmenopausal women with low bone mass. *Osteoporosis International*, 28(2), 539–547. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3759-4>