

# **Beneficios del entrenamiento de fuerza en personas con osteoporosis**

**CAFYD**

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



Realizado por: Adolfo Crooke Porto y Gonzalo Iruzubieta

Grupo matriculado TFG: M42

Número de Expediente: 21942503-21946439

Año Académico: 2023-2024

Tutor/a: Juan Carlos Ariza

Área: Revisión bibliográfica

## **Resumen:**

La osteoporosis es una enfermedad esquelética que afecta a la densidad y calidad de los huesos. Los huesos se vuelven frágiles y propensos a las fracturas. Es más común en mujeres que en hombres, y la prevalencia aumenta notablemente después de la menopausia.

Algunos tratamientos comunes son: la terapia hormonal, suplementos de calcio y vitamina D, medicamentos para fortalecer los huesos, cambios en el estilo de vida como una dieta saludable y la realización de ejercicio físico.

La osteoporosis produce debilidad esquelética que puede dar lugar a fracturas por traumatismos mínimos.

El entrenamiento puede mejorar la fuerza ósea, y, minimizar el riesgo de caída y por lo tanto de fractura, pero debe ser realizado con regularidad y prescrito adecuadamente.

**Objetivo:** Determinar los beneficios que el entrenamiento de fuerza produce en personas con osteoporosis

**Metodología:** Se ha realizado una búsqueda en la base de datos de SPORTDISCUS y PUBMED con la ecuación de búsqueda "Osteoporosis and strength training" descartando aquellos que no estuvieran a texto completo, que no fueran de los últimos 10 años y que estuvieran en un idioma distinto al inglés o español.

**Resultados:** En todos los estudios se escogió una muestra de personas mayores con osteopenia/ osteoporosis, y se estudió si el ejercicio de fuerza puede mejorar o mantener su DMO, así como su calidad de vida.

En todos los estudios se comprobó que el ejercicio de fuerza mantiene o aumenta la DMO y si estos ejercicios son de alta intensidad son más efectivos. También podemos afirmar, que al aumentar la fuerza muscular, el equilibrio y la movilidad por el entrenamiento, mejora la calidad de vida de las personas con osteoporosis.

**Conclusiones:** puede concluir que el entrenamiento de fuerza produce beneficios en personas mayores con osteoporosis al mantener o aumentar su DMO y mejora su equilibrio, y por tanto su calidad de vida al minimizar el riesgo de caída.

## **Palabras clave: Osteoporosis, entrenamiento, tratamiento**

### **Abstract:**

Osteoporosis is a skeletal disease that affects the density and quality of bones. The bones become brittle and prone to fractures. It is more common in women than in men, and the prevalence increases markedly after menopause.

Some common treatments are: hormone therapy, calcium and vitamin D supplements, bone-strengthening medications, lifestyle changes such as a healthy diet, and physical exercise.

Osteoporosis causes skeletal weakness that can lead to fractures from minimal trauma. Training can improve bone strength and minimize the risk of falling and therefore fracture, but it must be performed regularly and prescribed appropriately.

**Objective:** Determine the benefits that strength training produces in people with osteoporosis.

**Methodology:** A search was carried out in the SPORTDISCUS and PUBMED database with the search equation "Osteoporosis and strength training, discarding those that were not in a complete text, that were not from the last 10 years and that were in a language other than English or Spanish.

**Results:** In all the studies, a sample of older people with osteopenia/osteoporosis was chosen, and it was studied whether strength exercise can improve or maintain their BMD, as well as their quality of life.

In all the studies it was found that strength exercise maintains or increases BMD and if these exercises are of high intensity they are more effective. We can also affirm that by increasing muscular strength, balance and mobility through training, the quality of life of people with osteoporosis improves.

**Conclusions:** it can be concluded that strength training produces benefits in older people with osteoporosis by maintaining or increasing their BMD and improving their balance, and therefore their quality of life by minimizing the risk of falling.

### **Keywords**

Osteoporosis, training, treatment.

### **Índice:**

|  |       |
|--|-------|
| 1. Introducción.....                         | 1-4   |
| 2. Objetivos.....                            | 4     |
| 2.1 Objetivo general.....                    | 4     |
| 2.2 Objetivos específicos.....               | 4     |
| 3. Metodología.....                          | 5     |
| 3.1 Diseño.....                              | 5     |
| 3.2. Estrategia de búsqueda.....             | 5     |
| 3.3.Criterios de selección.....              | 5     |
| 3.4. Diagrama de flujo.....                  | 6     |
| 4.Discusión.....                             | 7-12  |
| 5.Futuras líneas de investigación.....       | 12    |
| 6.Conclusiones.....                          | 13    |
| 7.Referencias Bibliográficas.....            | 14-17 |
| 8. Anexos.....                               | 17-22 |
| 8.1. Cuadro resumen artículos empleados..... | 17-22 |

**Índice de tablas:**

**Tabla 1.** Cuadro resumen..... 16

**Tabla 2.** Cuadro resumen..... 17-18

**Tabla 3.** Cuadro resumen..... 18-22

**Índice figuras:**

**Figura 1.** Ilustración de la máquina de sentadilla Hack y el posicionamiento durante las pruebas y el entrenamiento..... 11

## 1. Introducción:

La osteoporosis es una enfermedad esquelética que afecta a la densidad y calidad de los huesos. El *National Institute of Health* (NIH) la define como una enfermedad generalizada del sistema esquelético caracterizada por la pérdida de masa ósea y por el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, que compromete la resistencia ósea y que condiciona como consecuencia una mayor fragilidad ósea y una mayor susceptibilidad a las fracturas.

Anatómicamente, se caracteriza por la disminución de la masa ósea provocando el deterioro de la estructura del hueso, fisiológicamente, se produce un desequilibrio entre la formación y reabsorción ósea, donde la formación es más lenta que la reabsorción.

La masa ósea de un adulto alcanza su valor máximo aproximadamente a los 35 años, cuando la tasa de síntesis y de reabsorción ósea es equivalente. A partir de los 40 años se observa una lenta reducción de la densidad de masa ósea en ambos sexos). Se desconocen las razones por las que se produce esta pérdida ósea con la edad, y por qué se inicia a una edad más temprana en las mujeres y sigue un curso más acelerado incluso antes de la menopausia (Hermoso de Mendoza, 2003).

Durante la menopausia debido a la disminución de estrógenos se produce una pérdida de hueso más rápida en mujeres. Los estrógenos ejercen un papel fundamental en el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la estructura ósea (Calderón, 2005).

Esta debilidad esquelética puede producir fracturas por traumatismos mínimos o inaparentes, en especial en la columna torácica y lumbar, la muñeca y la cadera (fracturas por fragilidad).

La osteoporosis es por tanto un problema clínico y de salud pública mundial que puede provocar: dolor, discapacidad, pérdida de independencia funcional y aumento de la morbilidad y la mortalidad. Es más común en mujeres que en hombres, y la prevalencia aumenta notablemente después de la menopausia. Aproximadamente el 30% de todas las mujeres posmenopáusicas en Europa y Estados Unidos padecen osteoporosis, y al menos el 40% de estas mujeres sufrirán una o más fracturas osteoporóticas en el resto de su vida (Daly et al., 2019).

Esta enfermedad afecta a 22 millones de mujeres en la Unión Europea entre 50 y 84 años. Se estima que esta cifra alcanzará los 33,9 millones de mujeres en el año 2025. Una de cada tres mujeres en todo el mundo corre riesgo de sufrir una fractura osteoporótica, que es precisamente la consecuencia más grave de esta enfermedad (Otero et al., 2017).

Estas fracturas suelen ser producidas por caídas debidas a la pérdida de fuerza muscular y al deterioro del equilibrio en personas mayores.

Tal es su importancia que, en personas mayores, tener altos niveles de fuerza en los miembros inferiores y tener un buen equilibrio son importantes requisitos para ser independiente y poder realizar las actividades diarias. Por este motivo, aumentar los niveles de fuerza y equilibrio alcanzados mediante la práctica de ejercicio físico constituye una de las estrategias preventivas óptimas y juega un papel clave en la prevención de caídas, como lo demuestran diversos estudios (Otero et al., 2017).

El diagnóstico de la osteoporosis ha mejorado drásticamente en los últimos años, gracias a la introducción de métodos no invasivos, permitiendo cuantificar mejor las fracturas e investigar los componentes trabeculares y corticales del esqueleto.

En la actualidad, el diagnóstico de osteoporosis se realiza mediante la densitometría ósea, un estudio radiográfico reconocido por la OMS, para determinar el contenido de calcio del hueso y el riesgo de osteoporosis, en mujeres sanas, de 20 años, con una densidad mineral ósea menor o igual a 2,5 de desviación estándar, por debajo de la masa ósea promedio (Rodríguez Moldón., et al 2018)

La prevención y el tratamiento incluyen la modificación de los factores de riesgo (tabaquismo, alcohol, sedentarismo) suplementos de calcio y vitamina D, ejercicios para maximizar la fuerza ósea y muscular, mejorar el equilibrio y minimizar el riesgo de caídas, y el uso de fármacos para preservar la masa ósea y estimular la formación de hueso nuevo. La práctica de ejercicio físico induce estímulos mecánicos que provocan osteogénesis trabecular (Michán, 2013)

En la actualidad se están llevando a cabo diversos estudios para mejorar la prevención, diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad

Algunas áreas de investigación incluyen nuevas terapias farmacológicas, la identificación de biomarcadores para predecir el riesgo de fracturas, y el estudio de factores genéticos y ambientales que influyen en la salud ósea.

El ejercicio puede ser muy importante para la prevención y tratamiento de la enfermedad, ya que se ha mostrado eficaz en la reducción de caídas y fracturas que son el resultado, la mayoría de veces, de esta enfermedad. La indicación de mantener una actividad física constante, adecuada a las posibilidades de cada paciente osteoporótico debe formar parte obligatoriamente de su tratamiento (Urrialde et al., 2016).

Un programa de ejercicio, aunque sea de baja intensidad, puede mejorar la fuerza y el equilibrio de las mujeres (Otero et al., 2017) y, por tanto, minimizar el riesgo de caídas.

Aunque el entrenamiento de alta intensidad, no se suele recomendar a las personas con osteoporosis debido a la percepción de un alto riesgo de fractura, sin embargo, se ha comprobado que es una opción terapéutica muy atractiva para tratar la osteoporosis en mujeres posmenopáusicas con masa ósea baja (Watson et al., 2018).

Se ha comprobado que los HIIT (ejercicios de alta intensidad) apoyada por suplementación de vitamina D/calcio/proteína aplicada en hombres mayores con osteosarcopenia genera efectos favorables sobre el hueso, la masa corporal magra y la fuerza en comparación con un grupo control, también suplementado con vitamina D, calcio y proteína de suero (Kemmler et al., 2020).

En un estudio se constató que el protocolo de entrenamiento con ejercicio multimodal de resistencia, carga de peso, equilibrio y movilidad tuvo un efecto positivo sobre la densidad mineral ósea de la columna lumbar y el rendimiento muscular en mujeres posmenopáusicas (Riaz et al., 2022)

Se sabe que la falta de ejercicio físico conlleva un deterioro de las cualidades físicas y, por tanto, aumenta el riesgo de caídas y, en consecuencia, de fracturas.

En un estudio en el que se sometió a 149 mujeres con osteoporosis a un programa de ejercicio multicomponente (marcha, fuerza, equilibrio) se constató que la fuerza

muscular, el equilibrio y la movilidad, así como el miedo a las caídas mejoraba con el tiempo (Stranghelle et al.,2020). Por lo tanto, el entrenamiento es la única estrategia que puede mejorar todos los factores de riesgo de fractura modificables (fuerza ósea, riesgo de caída, impacto de la caída), pero este debe de estar prescrito adecuadamente y se debe de tener una adherencia en el tiempo (Daly et al., 2019)

La actividad física, con una frecuencia entre 3-4 días por semana, en periodos superiores a los seis meses incrementan las adaptaciones en la morfología ósea, especialmente cuando incorporan ejercicios de impacto y explosivos dentro de los contenidos. La actividad aeróbica, ligera y poco frecuente no induce cambios importantes en el hueso (Villada et al., 2013)

Por lo tanto, períodos prolongados de inactividad y la disminución de la carga sobre el esqueleto promueven la reducción de la masa ósea, mientras que la carga mecánica lograda a través del ejercicio aumenta la masa ósea (Howe et al 2013).

El ejercicio debe incluir actividades de equilibrio, concentración y memoria, ya que estos elementos disminuyen las caídas y accidentes (Villada et al., 2013).

## **2.Objetivos**

### 2.1Objetivo general:

- Determinar los beneficios que el entrenamiento de fuerza produce en personas con osteoporosis

### 2.2Objetivos específicos:

- Analizar y comparar diferentes protocolos de entrenamiento de fuerza.
- Estudiar el impacto de diferentes intensidades, frecuencias y duraciones del entrenamiento de fuerza en la salud ósea.
- Identificar la influencia del entrenamiento de fuerza en la calidad de vida general de las personas con osteoporosis.

### **3. Metodología:**

3.1 Diseño: Se ha realizado una revisión bibliográfica sistematizada en bases de datos científicas, en la biblioteca Dulce Chacón de la Universidad Europea de Madrid (UEM) sobre entrenamiento de fuerza en pacientes con osteoporosis.

3.2 Estrategia de búsqueda:

Para la búsqueda de artículos originales se consultó la base de datos de SPORTDISCUS mediante la ecuación, en búsqueda avanzada, (osteoporosis and strength training). La búsqueda se limitó a artículos con texto completo y publicados desde 2014 hasta 2024 en castellano e inglés. A parte, se consultó en la base de datos PUBMED utilizando los mismos criterios de búsqueda (osteoporosis and strength training). Y acotando la fecha de búsqueda de 2014 a 2024,

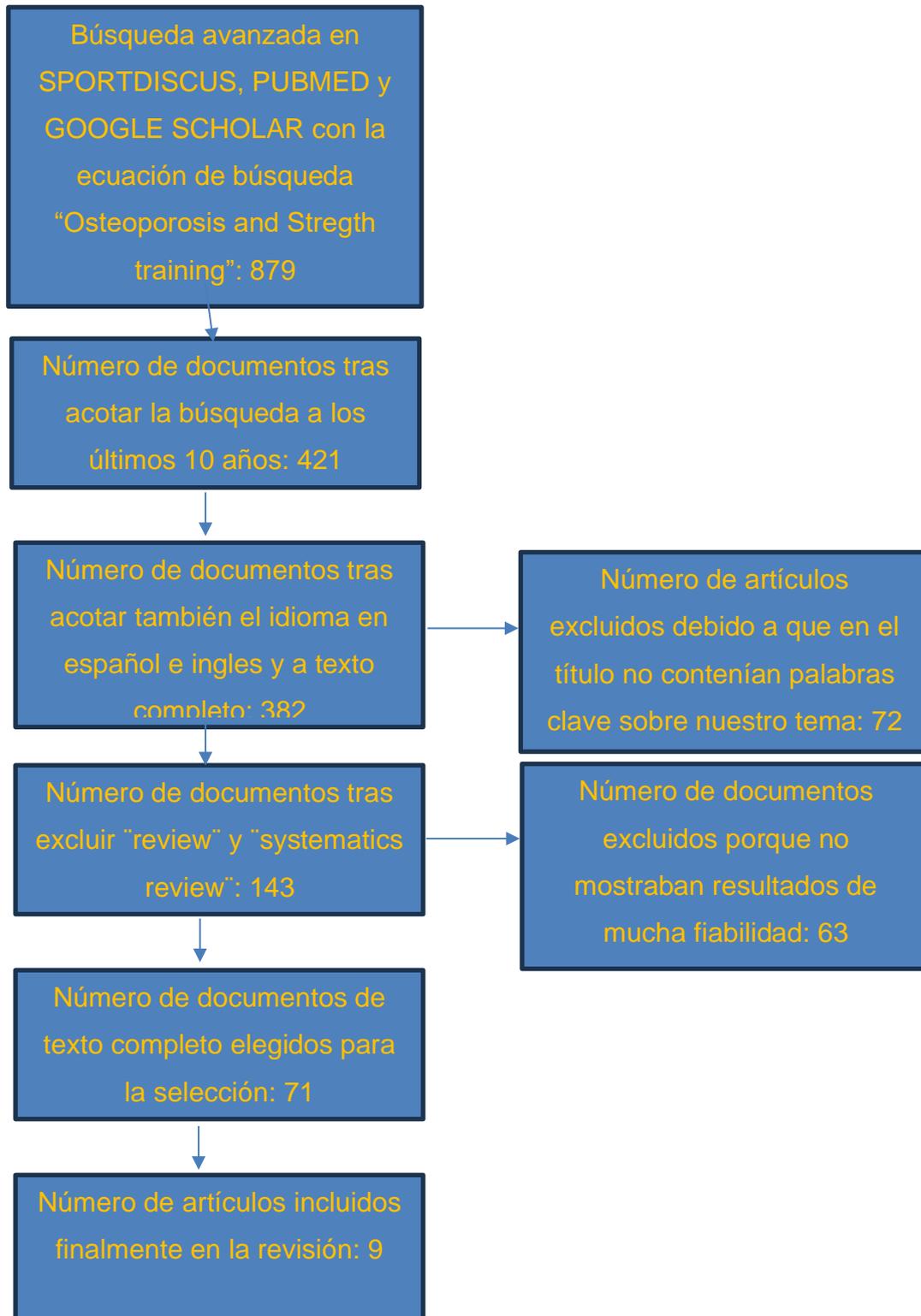
3.3 Criterios de selección:

Como criterios de inclusión, se tuvieron en cuenta los siguientes:

1. Artículos científicos/experimentales a texto completo.
2. Incluir en el título las palabras clave "Strength training" y "Osteoporosis".
3. Artículos publicados en los últimos 10 años (2014-2024).
4. El idioma utilizado en los artículos era tanto en inglés como español.
5. La población principal de esta revisión fueron las mujeres mayores que están en la etapa de la postmenopausia, que sean la población diana también se debe a que la osteoporosis es más frecuente en mujeres que en hombres. Sin embargo, los dos artículos que hemos seleccionado en el que los sujetos son hombres, se debe a que poseían unos datos, una metodología y unos resultados que iban muy en sintonía con el objetivo de nuestra revisión.

### 3.4 Diagrama de flujo:

Figura 1. Diagrama de flujo



Nota: Elaboración propia

#### **4. Discusión:**

En todos los artículos revisados (Kemmler et al. 2019, Otero et al 2017, Riaz et al 2022, Stanghelle et al 2020, Souminen et al 2017, Watson et al 2018) se escogió una muestra de personas mayores con osteopenia/ osteoporosis, y se estudió si el ejercicio de fuerza puede mejorar o mantener su DMO, así como su calidad de vida.

En el artículo Kelmer et al. (2019) se dividió a los 43 participantes en dos grupos: un grupo control (GC) y un grupo que realizó ejercicios de resistencia mecánica (GE) durante 12 meses. Posteriormente se midió la DMO (densidad mineral ósea) y la masa muscular esquelética (SMI) comprobando que, en el grupo sometido a ejercicio se mantuvo la DMO, mientras que en el grupo control disminuyó y, que el SMI aumentó en el GE y disminuyó en el GC.

Este resultado coincide con el estudio realizado por Riaz et al. (2022) en el que se dividió a los 101 participantes en dos grupos: un grupo que realizó ejercicios de alta intensidad y otro que realizó ejercicios de intensidad más baja. Posteriormente se midió la DMO, y, los resultados fueron positivos en los dos grupos, aunque significativamente mejores en el grupo de participantes que realizaron ejercicios de alta intensidad.

En el ensayo realizado por Souminen et al. (2017) se sometió a un entrenamiento intensivo de fuerza a un grupo y se comparó con un grupo control que no realizaba dicho entrenamiento. Después de 20 semanas se midieron los resultados DMO en la tibia de los 72 participantes. Estos resultados fueron positivos en la tibia medial, sin embargo, en la tibia distal no se produjeron cambios.

En el estudio realizado por Watson et al. (2018) se sometió a 101 mujeres con osteoporosis a ejercicios HIIT (high intensity interval training) durante varios meses, y, se comprobó que su DMO aumentaba, así como su calidad de vida aumentó su equilibrio y disminuyó su miedo a las caídas).

Este resultado coincide con el estudio de Stanghelle et al. (2020) en el que participaron 149 mujeres con osteoporosis divididas en un grupo control y un grupo que realizó ejercicios de fuerza muscular, equilibrio y movilidad. Después de tres meses se analizaron los resultados y se comprobó que las participantes del grupo de ejercicio habían mejorado su fuerza muscular, el equilibrio y la movilidad, así como el miedo a las caídas

En el estudio realizado por Otero et al. (2017) se dividió a un grupo de 65 mujeres en un grupo control (GC) y un grupo (GE) que realizaba ejercicios de fuerza y equilibrio de baja intensidad. Después de 6 meses se analizaron los resultados y se comprobó que el GE mejoraba su equilibrio y su fuerza.

Estos resultados coinciden con todos los estudios anteriores en los que el ejercicio de fuerza aumenta la DMO, así como la calidad de vida de las personas que lo practican.

- **Métodos de alta intensidad:**

En cuanto a los artículos que se centran en el método de alta intensidad (Kemmler et al., 2019; Riaz et al., 2022; Watson et al., 2018), hemos logrado obtener varios puntos comunes entre ellos, los cuales son:

1. **Efectos positivos del entrenamiento de alta intensidad en la densidad mineral ósea (DMO) y la función muscular:** Los tres estudios investigaron los efectos del entrenamiento de alta intensidad en la densidad mineral ósea y/o la función muscular en poblaciones con osteopenia, osteoporosis y sarcopenia.

Todos encontraron resultados positivos en términos de mejora de la densidad mineral ósea y la función muscular tras el entrenamiento de alta intensidad.

1. **Beneficios en las poblaciones específicas:** 2 de los estudios se centraron en poblaciones postmenopáusicas (Riaz et al., 2022; Watson et al., 2018), mientras que el tercero se centró en hombres mayores con osteosarcopenia (Kemmler et al., 2020).

**1. Ejercicio multimodal de alta intensidad:** Dos de los estudios utilizaron un enfoque de ejercicio multimodal de alta intensidad que incluía resistencia y entrenamiento de impacto (Riaz et al., 2022; Watson et al., 2018), estos estudios sugirieron que la combinación de diferentes modalidades de ejercicio de alta intensidad puede tener efectos sinérgicos en la mejora de la salud ósea y muscular.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para el diseño de programas de ejercicio dirigidos a mejorar la salud ósea y muscular en personas con estas condiciones médicas.

- **Métodos más relacionados con el equilibrio y ejercicio básico:**

Los artículos que se centran en esto (Otero et al., 2017; Stanghelle et al., 2020) proporcionan una evidencia sólida sobre los beneficios del ejercicio en mujeres con osteoporosis. Aunque el estudio de Otero et al. (2017), se centró en un programa de ejercicio básico y el estudio de Stanghelle et al. (2020), en un programa más de resistencia y equilibrio, ambos mostraron mejoras significativas en la fuerza muscular, el equilibrio y la aptitud física.

En el estudio de Otero et al. (2017) los resultados mostraron unas mejoras significativas en los siguientes parámetros físicos:

- **Fuerza muscular:** En la cual se observó un aumento de la fuerza de la extensión de la pierna derecha e izquierda ( $p < 0,001$ ) y en la flexión del tronco ( $p < 0,001$ ).
- **Equilibrio estático y dinámico:** Se registraron mejoras significativas en el equilibrio estático ( $p < 0,001$ ) y dinámico ( $p < 0,001$ ) a través de la prueba de alcance funcional y la prueba de velocidad de marcha.

En el estudio de Stanghelle et al. (2020), después de la intervención de 12 semanas, se encontraron mejoras significativas en los siguientes aspectos:

- **Fuerza muscular:** Aumentos de la fuerza de la pierna izquierda y derecha ( $p < 0,001$ ), medida en la prueba de levantamiento de pesas, así como en la velocidad de la marcha.

- **Equilibrio y movilidad:** Se registraron mejoras en la capacidad de levantarse de una silla ( $p=0,004$ ) y caminar ( $p=0,001$ ).
- **Riesgo de caídas:** Se observó una reducción significativa en el riesgo de caídas en el grupo de intervención en comparación al grupo control ( $p<0,001$ ).

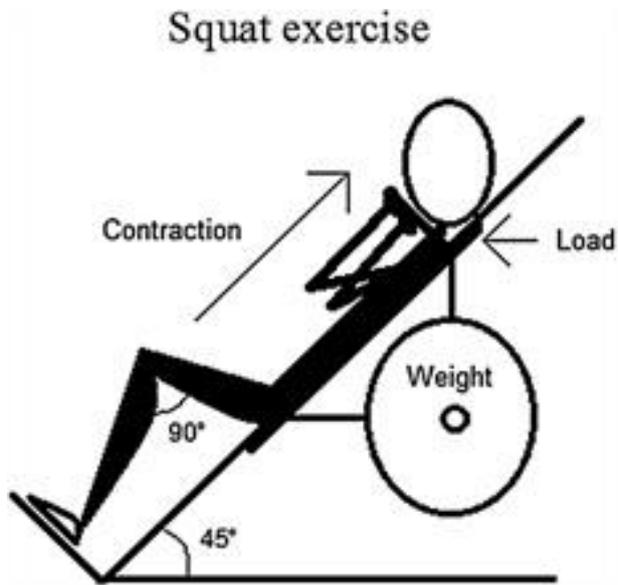
Los resultados que obtuvo Stanghelle et al. (2020), pueden considerarse una extensión del estudio de Otero et al. (2017), ya que se centran en una población más específica con fractura vertebral, una complicación común de la osteoporosis. Esto sugiere que incluso en personas con mayor fragilidad ósea, el ejercicio puede ser efectivo para mejorar la fuerza y reducir el riesgo de caídas.

- **Métodos de fuerza e impacto**

Los artículos que se centran más en esto (Pasqualini et al., 2019; Mosti et al., 2013), demostraron que tras 3 meses de entrenamiento de fuerza, el aumento de fuerza era significativo, así como la calidad de vida, los marcadores metabólicos óseos, y la DMO en la columna lumbar y en el cuello femoral. El estudio de Pasqualini et al. (2019), aparte de no encontrar ninguna mejora en el primer mes de entrenamiento, utilizaba unas cargas de trabajo inferiores a las utilizadas por Mosti et al. (2013) en su estudio, este utilizó para calentar el 50% de la carga final y el entrenamiento se movió entre una intensidad del 85%-90% de la carga máxima del sujeto. El entrenamiento fue únicamente 4 series de 3 a 5 repeticiones de Hack Squat. Debido a esto, podemos confirmar que el uso de cargas moderadas y vigorosas en el entrenamiento de fuerza mejoran claramente la DMO de las mujeres postmenopáusicas y también los niveles de marcadores de metabolismo óseo.

## Figura 1

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).

## 5. Futuras líneas de Investigación:

- 1. Optimización de protocolos de ejercicios:** Considerando los diferentes tipos de ejercicios de fuerza utilizados en los estudios revisados (alta intensidad, baja intensidad, resistencia mecánica, HIIT, etc.), podríamos investigar la eficacia comparativa de estos diferentes enfoques en la mejora de la DMO y la calidad de vida en personas mayores con osteoporosis u osteopenia.
- 2. Efectos a largo plazo:** La mayoría de los estudios revisados tienen un seguimiento relativamente corto (entre 3 y 12 meses. Sería interesante investigar los efectos a largo plazo del ejercicio de fuerza en la DMO y la calidad de vida en las personas mayores con osteoporosis u osteopenia
- 3. Personalización del ejercicio:** Explorar la posibilidad de personalizar los programas de ejercicio de fuerza para adaptarse a las necesidades individuales de los participantes. Esto podría incluir investigar la efectividad de programas individualizados en comparación con programas generales, así como identificar factores predictivos que puedan ayudar a determinar qué tipo de ejercicio sería más beneficioso para cada persona.
- 4. Efectos del ejercicio en diferentes regiones óseas:** Los estudios revisados se centran principalmente en la DMO de la cadera y la columna vertebral. Sería interesante investigar los efectos del ejercicio de fuerza en la DMO de otras regiones óseas, como las muñecas, los antebrazos o los hombros, especialmente considerando que estas áreas también son susceptibles a la pérdida de masa ósea en personas mayores.
- 5. Incorporación de otras medidas de salud:** Además de la DMO y la calidad de vida, podríamos explorar cómo el ejercicio de fuerza afecta a otros aspectos de la salud en personas mayores con osteoporosis u osteopenia, como la función cognitiva, la salud cardiovascular o la composición corporal).

## **6.Conclusiones:**

En base a la formulación del objetivo principal se puede concluir que el entrenamiento de fuerza produce beneficios en personas mayores con osteoporosis. Los principales beneficios observados fueron:

- Aumento o mantenimiento de la DMO.
- Aumento de los niveles de fuerza y equilibrio
- Aumento de la osteogénesis debido a los estímulos mecánicos.

En base a la formulación de los objetivos secundarios se puede concluir que:

- El entrenamiento de fuerza es más efectivo si es de alta intensidad y si incorpora ejercicios de impacto y explosivos.
- Que tiene que tener una adherencia en el tiempo y ser supervisado por un especialista
- Que mejora la calidad de vida de las personas, al mejorar su equilibrio y minimizar por tanto su riesgo de caída.

## 7. Referencias bibliográficas:

- Calderón, A. M. (2005). Los estrógenos y el hueso: revisión de la evidencia. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*, 48(2), 79-90.
- Daly, R. M., Dalla Via, J., Duckham, R. L., Fraser, S. F., & Helge, E. W. (2019). Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: an evidence-based guide to the optimal prescription. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 23(2), 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.11.011>
- Hermoso de Mendoza, M. T. (2003). Clasificación de la osteoporosis: Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico diferencial. In *Anales del sistema sanitario de Navarra* (Vol. 26, pp. 29-52). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.
- Howe, T., Shea, B., Dawson, L., Downie, F., Murray, A., Ross, C. O., Harbour, R., Caldwell, L. M., & Creed, G. (2013). Ejercicios para la prevención y el tratamiento de la osteoporosis en mujeres posmenopáusicas. *Revista Médica Clínica las Condes*, 24(5), 876-877. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(13\)70236-0](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(13)70236-0)
- Kemmler, W., Kohl, M., Fröhlich, M., Jakob, F., Engelke, K., von Stengel, S., & Schoene, D. (2020). Effects of High-Intensity Resistance Training on Osteopenia and Sarcopenia Parameters in Older Men with Osteosarcopenia-One-Year Results of the Randomized Controlled Franconian Osteopenia and Sarcopenia Trial (FrOST). *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 35(9), 1634–1644. <https://doi.org/10.1002/jbmr.4027>
- Michán, C. L. (2013). Osteoporosis: el ejercicio físico como aliado de tus medicamentos. Recuperado 17 de abril de 2024, de <https://g-se.com/osteoporosis-el-ejercicio-fisico-como-aliado-de-tus-medicamentos-bp-H57cfb26d5fed4>

- 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>
- Otero, M., Esain, I., González-Suarez, Á. M., & Gil, S. M. (2017). The effectiveness of a basic exercise intervention to improve strength and balance in women with osteoporosis. *Clinical interventions in aging*, 12, 505–513. <https://doi.org/10.2147/CIA.S127233>
- Pasqualini, L., Ministrini, S., Lombardini, R., Bagaglia, F., Paltriccia, R., Pippi, R., Collebrusco, L., Reginato, E., Sbroia 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>
- Rodríguez Moldón, Y., Darías Jiménez, Y., & Rodríguez Duque, R. (2018). El ejercicio físico para contrarrestar la osteoporosis. *Correo Científico Médico*, 22(3), 361-364.
- Riaz, H., Babur, M. N., & Farooq, A. (2022). Effects of high-intensity multi-modal exercise training (HIT-MMEX) on bone mineral density and muscle performance in postmenopausal women. A Pilot randomized controlled trial. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 72(10), 1904–1908. <https://doi.org/10.47391/JPMA.5394>
- Silva, J., Rodrigues Neto, G., Freitas, E., Neto, E., Batista, G., Torres, M., & do Socorro Sousa, M. (2015). Chronic Effect of Strength Training with Blood Flow Restriction on Muscular Strength among Women with Osteoporosis. *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(4).
- Stanghelle, B., Bentzen, H., Giangregorio, L., Pripp, A. H., Skelton, D. A., & Bergland, A. (2020). Physical fitness in older women with osteoporosis and vertebral fracture after a resistance and balance exercise programme: 3-

- month post-intervention follow-up of a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 21(1), 471. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03495-9>
- Suominen, T. H., Korhonen, M. T., Alén, M., Heinonen, A., Mero, A., Törmäkangas, T., & Suominen, H. (2017). Effects of a 20-week high-intensity strength and sprint training program on tibial bone structure and strength in middle-aged and older male sprint athletes: a randomized controlled trial. *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 28(9), 2663–2673. <https://doi.org/10.1007/s00198-017-4107-z>
- Urrialde, J. M., & Mendaña, N. A. (2006). Prevención y tratamiento de la osteoporosis con la actividad física y el deporte. *Fisioterapia*, 28(6), 323-331
- Villada, J. F. R., & Ariza, H. H. L. (2013). Revisión sistemática sobre la importancia del ejercicio físico para la prevención y tratamiento de la osteoporosis. *Archivos de medicina*, 9(1), 2.
- Watson, S. L., Weeks, B. K., Weis, L. J., Harding, A. T., Horan, S. A., & 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 : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 33(2), 211–220. <https://doi.org/10.1002/jbmr.3284>
- Yarimi, R. M., Yoandry, D. J., & Raisa, R. D. (s. f.). *El ejercicio físico para contrarrestar la osteoporosis*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1560-43812018000300001&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1560-43812018000300001&script=sci_arttext&lng=pt)



## 8. Anexos:

### 8.1 Cuadro resumen de los artículos empleados:

**Tabla 1**

*Cuadro resumen*

| Autor/es y año        | Objetivos/s   | Muestra  | Variables  | Resultados  |
|-----------------------|---|--|--|---|
| Kemmler et al. (2019) | Investigar si el ejercicio de resistencia dinámica (DRT) puede ser eficaz para combatir la sarcopenia y osteoporosis en personas mayores. | 43 hombres mayores sedentarios con osteopenia/osteoporosis y sarcopenia divididos en un grupo de ejercicio HIT-RT (EG; n = 21) o un grupo de control (CG; n = 22). | DMO integral de la columna lumbar (LS), el SMI. El DMO en la cadera total y la fuerza isocinética máxima del extensor de cadera/pierna | Después de 12 meses de ejercicio, la DMO-LS disminuyó en el GC y se mantuvo en el grupo GE. El SMI aumentó significativamente en el GE y disminuyó significativamente en el GC. En la cadera no hubo diferencias significativas entre los dos grupos, mientras que la fuerza máxima del extensor de cadera/pierna aumentó considerablemente en el grupo EG. |

**Tabla 2**

*Cuadro resumen*

|                            |   |  |  |   |
|----------------------------|---|--|--|---|
| <p>Mosti et al. (2013)</p> | <p>Observar los beneficios del entrenamiento de fuerza máxima en mujeres postmenopausicas con osteoporosis.</p>                               | <p>22 mujeres fueron divididas en un grupo de entrenamiento (TG) y un grupo control (CG).</p>  | <p>1RM, desarrollo de la fuerza (RFD), la densidad mineral ósea (DMO), el contenido mineral, óseo (BMC) y suero, marcadores de metabolismo óseo.</p> | <p>El TG mejoró el 1RM, el RFD y la DMO de la columna lumbar y cuello femoral.</p>  |
| <p>Otero et al. (2017)</p> | <p>Determinar los efectos de un programa de ejercicio simple sobre el equilibrio y la fuerza de mujeres posmenopáusicas con osteoporosis.</p> | <p>75 mujeres fueron asignadas aleatoriamente al grupo experimental (EG; n=33, edad: 57,4±4,8 años) o al grupo de control (CG; n=32, edad: 58,8±4,5 años).</p> | <p>El equilibrio estático, equilibrio dinámico, fuerza en las extremidades superiores e inferiores.</p>  | <p>El GE mostró mejoras significativas en el equilibrio estático (21%), el equilibrio dinámico (36%) y en la fuerza de las extremidades superiores (80%) e inferiores (47%) en comparación con el GC después del sexto mes.</p> |

|                                 |  |  |   |   |
|---------------------------------|--|--|---|---|
| <p>Pasqualini et al. (2019)</p> | <p>Explorar en un grupo de mujeres postmenopáusicas con baja masa ósea los efectos de un programa de fuerza y resistencia sobre las células osteogénicas circulantes (OC).</p> | <p>33 mujeres postmenopáusicas con una puntuación T en la columna lumbar o el cuello femoral entre -1 y -2,5 DE.</p> | <p>Parámetros antropométricos, de aptitud, los marcadores de remodelación ósea, los OC y marcadores de calidad de vida.</p> | <p>Tras 3 meses de intervención, el número de OC aumentó significativamente, así como la 1 RM, el VO2máx, la calidad de vida respecto al dolor y la altura.</p> |
|---------------------------------|--|--|---|---|

**Tabla 3**

*Cuadro resumen*

|                            |  |  |   |   |
|----------------------------|--|--|---|---|
| <p>Otero et al. (2017)</p> | <p>Determinar los efectos de un programa de ejercicio simple sobre el equilibrio y la fuerza de mujeres posmenopáusicas con osteoporosis.</p>                              | <p>75 mujeres fueron asignadas aleatoriamente al grupo experimental (EG; n=33, edad: 57,4±4,8 años) o al grupo de control (CG; n=32, edad: 58,8±4,5 años).</p>         | <p>El equilibrio estático, equilibrio dinámico, fuerza en las extremidades superiores e inferiores.</p> | <p>El GE mostró mejoras significativas en el equilibrio estático (21%), el equilibrio dinámico (36%) y en la fuerza de las extremidades superiores (80%) e inferiores (47%) en comparación con el GC después del sexto mes.</p> |
| <p>Riaz et al. (2022)</p>  | <p>Determinar los efectos del entrenamiento con ejercicios de distinta intensidad sobre la densidad mineral ósea y el rendimiento muscular en mujeres posmenopáusicas.</p> | <p>101 mujeres fueron divididas en dos grupos:<br/>Grupo A: realizaron un entrenamiento HIT<br/>Grupo B: realizaron un entrenamiento de baja o moderada intensidad</p> | <p>La densidad mineral ósea del cuello femoral y la columna lumbar y el rendimiento muscular.</p>       | <p>El grupo A mostró una mejora significativamente mayor que el grupo B tanto con respecto a la densidad mineral ósea de la columna lumbar como al rendimiento muscular.</p>  |

|                            |  |  |                                       |   |
|----------------------------|--|--|---------------------------------------|---|
| <p>Silva et al. (2015)</p> | <p>El objetivo de este estudio fue analizar el efecto crónico del entrenamiento de fuerza (ST) combinado con la restricción de flujo sanguínea (BFR) en fuerza máxima dinámica, en mujeres con osteoporosis.</p> | <p>Un total de 15 mujeres ancianas con osteoporosis, edad <math>62,2 \pm 4,53</math> años. Fueron asignados al azar proporcionalmente en tres grupos: (a) entrenamiento de fuerza de baja intensidad con BFR (LI+BFR); (b) ejercicio de alta intensidad (HI); y (c) control (CON).</p> | <p>Edad, Altura e IMC. HI, LI+BFR</p> | <p>En la comparación intergrupala del MDS, se observaron diferencias significativas en la sexta semana cuando evaluando los grupos LI+BFR versus CON (<math>P = 0,004</math>) y en la semana 12 cuando evaluando LI+BFR versus CON y grupos HI versus CON (<math>P = 0,004</math> y <math>P = 0,017</math>, respectivamente). En el análisis intragrupo, el grupo HI mostró una diferencia significativa al comparar antes vs. 6.<sup>a</sup> semana, antes vs. 12.<sup>a</sup> semana y 6.<sup>a</sup> semana frente a 12.<sup>a</sup> semana. Para el grupo LI+BFR, hubo una diferencia significativa cuando comparando la semana anterior versus la semana 6 y la semana anterior versus la semana 12. El grupo CON no mostró diferencias significativas entre los tres tiempos evaluados.</p> |
|----------------------------|--|--|---------------------------------------|---|

|                                 |  |   |   |   |
|---------------------------------|--|---|---|---|
| <p>Stanghelle et al. (2020)</p> | <p>Evaluar si la fuerza muscular, el equilibrio y la movilidad mejora en mujeres con osteoporosis sometidas a un programa de ejercicio.</p>                | <p>Un total de 149 mujeres con osteoporosis y fractura vertebral, fueron asignadas aleatoriamente al grupo de ejercicio o al de control.</p>  | <p>La velocidad habitual de la marcha, la fuerza de agarre y medidas de calidad de vida relacionada con la salud y miedo a caer.</p>        | <p>Los resultados muestran la mejora que proporciona un programa de ejercicio multicomponente en resultados como la fuerza muscular, el equilibrio y la movilidad, así como el miedo a caer.</p>              |
| <p>Suominen et al. (2017)</p>   | <p>Comprobar si el ejercicio de alta carga, alta velocidad y de impacto puede ser una forma eficaz de mejorar la resistencia ósea incluso en la vejez.</p> | <p>72 hombres fueron asignados al azar a un grupo experimental y a un grupo de control</p>  | <p>Los parámetros estructurales, de resistencia y densitométricos del hueso se evaluaron en la tibia distal y la diáfisis tibial media.</p> | <p>La intervención no tuvo efectos sobre las características óseas de la tibia distal, aunque sí en la tibia media.<br/><br/>El entrenamiento intensivo de fuerza mejora la estructura de la tibia media.</p> |
| <p>Watson et al. (2018)</p>     | <p>Determinar la eficacia de HiRIT para reducir los parámetros de riesgo de fractura en mujeres posmenopáusicas con baja masa ósea.</p>                    | <p>Un total de 101 mujeres con osteopenia/osteoporosis divididas en dos grupos: Uno con supervisión y realizando HIRIT y otro realizando ejercicios de baja intensidad en casa.</p> | <p>DMO de la columna lumbar (LS), DMO del cuello femoral (FN), espesor cortical FN, altura y todas las medidas de</p>                       | <p>Los efectos de HiRIT fueron superiores al mejorar los índices de resistencia ósea rendimiento en mujeres con baja masa ósea.</p>   |

|  |  |  |                      |  |
|--|--|--|----------------------|--|
|  |  |  | desempeño funcional. |  |
|--|--|--|----------------------|--|

