

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Efectos del ejercicio terapéutico en mujeres adultas con baja densidad ósea.**

**Una revisión bibliográfica**

AUTOR: Hernández Juan, Marcos

TUTOR: Catalán García, Irene

Departamento: Patología y cirugía

Curso académico: 2022-2023

Convocatoria de junio.



## ÍNDICE

1. RESUMEN.....	4
2. INTRODUCCIÓN.....	6
3. OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo principal.....	9
2.2 Objetivos secundarios.....	9
4. MATERIAL Y MÉTODO.....	9
5. RESULTADOS.....	11
6. DISCUSIÓN.....	13
7. CONCLUSIONES.....	16
8. BIBLIOGRAFÍA.....	16
9. ANEXOS.....	21



## 1. RESUMEN

**Introducción:** La osteoporosis se caracteriza por una disminución de la densidad ósea y la calidad del hueso, aumentando el riesgo de fracturas y limitando la calidad de vida. La edad y el sexo femenino son factores de riesgo que están asociados con esta enfermedad. El ejercicio terapéutico se ha mostrado eficaz para mejorar la densidad ósea y la fuerza muscular.

**Objetivo:** Conocer la evidencia actual del ejercicio terapéutico en las mujeres adultas con baja densidad ósea, así como comparar la eficacia entre los diferentes tipos de ejercicio terapéutico y conocer unos parámetros óptimos y estandarizados sobre su aplicación.

**Material y métodos:** Se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva y rigurosa de la literatura científica para evaluar la eficacia del ejercicio terapéutico en mujeres adultas con baja densidad ósea. Se utilizaron criterios de inclusión y exclusión definidos y se evaluó la calidad metodológica de los estudios seleccionados.

**Resultados:** Se incluyeron siete estudios. Las variables de resultado más comunes fueron el equilibrio, la fuerza, la densidad ósea y la condición física. Se realizó una síntesis de los resultados de ensayos clínicos sobre ejercicio terapéutico. Se encontró que diversos tipos de ejercicio mejoran la densidad ósea y la condición física en este grupo de mujeres.

**Conclusiones:** El ejercicio terapéutico mejora la densidad ósea y la condición física sobre todo en patologías óseas, como la osteoporosis u osteopenia, pero se requiere más investigación.

**Palabras clave:** "Ejercicio terapéutico", "Osteoporosis", "Enfermedades óseas, metabólicas", "Densidad ósea" y "Desarrollo óseo"

## ABSTRACT

**Introduction:** Osteoporosis is characterised by a decrease in bone density and bone quality, increasing the risk of fractures and limiting quality of life. Age and female sex are risk factors associated with this disease. Resistive exercise has been shown to be effective in improving bone density and muscle strength.

**Objective:** To ascertain the current evidence of therapeutic exercise in adult women with low bone mass, as well as to compare the efficacy of different types of therapeutic exercise and to ascertain optimal and standardised parameters for its application.

**Material and methods:** An exhaustive and rigorous bibliographic review of the scientific literature was carried out to evaluate the efficacy of therapeutic exercise in adult women with low bone mass. Defined inclusion and exclusion criteria were used and the methodological quality of the selected studies was assessed.

**Results:** Seven studies were included. The most common outcome measures were balance, strength, bone density and physical fitness. A synthesis of clinical trial results on therapeutic exercise was performed. Various types of exercise were found to improve bone density and physical fitness in this group of women.

**Conclusions:** Therapeutic exercise improves bone density and physical fitness in bone pathologies, such as osteoporosis or osteopenia, but further research is required.

**Keywords:** "Exercise therapy", "Osteoporosis", "Bone diseases, metabolic", "Bone density" and "Bone development".

## 2. INTRODUCCIÓN

La osteoporosis se caracteriza por una pérdida sustancial de masa ósea y una disminución de la microarquitectura del tejido óseo, lo que daña la resistencia y la calidad del hueso. Esto hace que el individuo sea más susceptible a fracturas y, consecuentemente, al dolor crónico y a la discapacidad funcional, por lo que la calidad de vida se verá comprometida [1]. Existen diversas enfermedades y afecciones que provocan una baja densidad mineral ósea (DMO) siendo las más frecuentes la pérdida posmenopáusica de estrógenos y la osteoporosis. La Organización Mundial de la Salud define la osteoporosis como un valor de DMO superior a -2,5 desviaciones estándar respecto a la media de una mujer joven, o la presencia de una fractura por fragilidad con una puntuación "T" de DMO entre -1,0 y -2,0 desviaciones estándar respecto a la media [2].

La menopausia se asocia causalmente con la incidencia de varias enfermedades crónicas, como la osteoporosis, las enfermedades cardiovasculares y la obesidad [3]. Los cambios hormonales resultantes de la menopausia contribuyen a un estado de deterioro funcional, cambios en la composición corporal, alteración del metabolismo óseo y un mayor riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas en las mujeres. [4,5]. El equilibrio entre la formación y la absorción ósea se rompe en las mujeres posmenopáusicas debido a la deficiencia de estrógenos en el organismo [6,7]. Por lo tanto, las mujeres posmenopáusicas tienen un alto riesgo de desarrollar osteoporosis y de sufrir fracturas debido a la rápida pérdida ósea, que es particularmente evidente en el hueso trabecular [7]. Además del género, otros factores de riesgo asociados con la osteoporosis incluyen la herencia genética, la ascendencia europea, la edad, la deficiencia de calcio, el consumo excesivo de tabaco y alcohol, enfermedades y medicamentos relacionados con la baja densidad mineral ósea (DMO) y la inactividad física [8].

A medida que la población envejece, aumenta el número de individuos que se enfrentan al problema de la fragilidad ósea y el riesgo de fractura aumenta inexorablemente [9,10]. Un estudio realizado por Johnell y Kanis [11] informó que el riesgo promedio a lo largo de la vida de una persona de 50 años de sufrir una fractura osteoporótica se estimó en 40–50 % para las mujeres y 13–22 % para los hombres [11].

Otro factor a destacar son las caídas; los trastornos relacionados con la estabilidad afectan negativamente el rendimiento en el control postural estático y dinámico, contribuyen a un mayor miedo a las caídas y, por lo tanto, pueden conducir a la evitación de las actividades diarias con una disminución concomitante de la función física y un mayor riesgo de caídas [12, 13, 14].

Las mujeres posmenopáusicas con baja densidad ósea son un grupo de riesgo de particular preocupación. Con la investigación en las últimas décadas, nuestro conocimiento de las modalidades más efectivas para mejorar la densidad ósea y la fuerza se ha vuelto más refinado. El ejercicio resistivo puede, como mínimo, prevenir la disminución de la densidad ósea con la edad [15], especialmente en la columna lumbar [16] y también es muy eficaz para mejorar la masa muscular y la producción de fuerza [17].

La respuesta ósea al ejercicio depende en gran medida de la naturaleza de las cargas mecánicas aplicadas. Las actividades más osteogénicas son aquellas que inducen deformaciones de gran magnitud [18] a altas tasas [19] o frecuencias en el hueso [20]. Como el hueso ha sido clasificado como un tejido dinámico, el ejercicio físico regular afecta positivamente al tejido óseo al promover adaptaciones a través de diversos estímulos, principalmente mecánicos, que contribuyen a la formación ósea [21]. Los datos disponibles sugieren que los cambios en la estructura ósea en respuesta al ejercicio, como a través de una red trabecular más densa o cambios en la geometría cortical, son más decisivos para determinar mejoras en la resistencia ósea [22].

Paradójicamente, se cree ampliamente que las personas con osteoporosis establecida no deben intentar ejercicios de alta intensidad, debido a un riesgo potencialmente mayor de fractura [23, 24]. Designar un estándar terapéutico sobre la base de un problema de seguridad hipotético es contrario a los principios de la medicina basada en la evidencia. El enfoque científico sería probar el entrenamiento con ejercicios de alta intensidad en personas con osteoporosis para determinar la verdadera seguridad y eficacia; sin embargo, los científicos han sido comprensiblemente reacios a hacerlo. Como consecuencia, el campo se ha estancado en los últimos años, con avances en las recomendaciones de ejercicio para la osteoporosis limitados por un riesgo percibido de lesión [25]. La resistencia, el ejercicio de fuerza y, en general, la actividad física que involucra fuerzas de impacto mejora la DMO en pacientes [26], aunque este tipo de entrenamiento no siempre es adecuado para

personas mayores que sufren de osteopenia y osteoporosis [27]. Además, estudios previos han demostrado que las intervenciones de actividad física grupales de bajo costo mejoran efectivamente la adherencia al ejercicio y promueven una mayor satisfacción personal [28, 29].

Las cargas físicas asociadas con el ejercicio afectan a la masa y la estructura ósea al provocar cambios dinámicos en las condiciones mecánicas locales, que estimulan a los osteocitos residentes a través de cambios de fluidos en su red canalicular. Estos osteocitos luego producen moléculas de señalización que regulan la formación y absorción ósea por osteoblastos y osteoclastos [30]

El ejercicio se considera un componente de gran relevancia en la prevención y el tratamiento de la osteoporosis y la reducción de fracturas [31, 32]. Sin embargo, aunque existen algunas recomendaciones basadas en la evidencia para los protocolos de ejercicio [31, 33, 34], el ejercicio más prometedor para tratar la DMO sigue sin establecerse.

La fisioterapia, como disciplina terapéutica, desempeña un papel crucial en el tratamiento y prevención de lesiones en mujeres mayores con osteoporosis. Mediante enfoques especializados, se abordan afecciones como fracturas por fragilidad, dolor musculoesquelético, disminución de la movilidad y el equilibrio. Además, se enfoca en la prevención de caídas y fracturas mediante ejercicios terapéuticos específicos, fortalecimiento muscular y educación para mejorar la salud ósea y promover un envejecimiento activo y saludable.

En esta revisión bibliográfica el objetivo principal es conocer el efecto que tiene el ejercicio terapéutico en mujeres adultas con baja densidad ósea y más concretamente determinar qué tipo de ejercicios son los más adecuados para el óptimo tratamiento de esta patología tan delicada.



### 3. OBJETIVOS

Se ha realizado una revisión de la bibliografía con la finalidad de conocer la literatura científica actual acerca del tratamiento con ejercicio terapéutico en mujeres con una baja densidad ósea.

#### 2.1 Objetivo principal

- Conocer la evidencia actual del ejercicio terapéutico en las mujeres adultas con baja masa ósea.

#### 2.2 Objetivos secundarios

- Comparar la eficacia entre los diferentes tipos de ejercicio terapéutico.
- Conocer si hay evidencia clara acerca de unos parámetros óptimos y estandarizados sobre su aplicación.



#### 4. MATERIAL Y MÉTODO

Este estudio se llevó a cabo bajo la aprobación de la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: TFG.GFI.ICG.MHJ.230503.

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de la literatura científica disponible entre los meses de febrero y abril de 2023, para evaluar la eficacia del ejercicio terapéutico en mujeres posmenopáusicas con niveles bajos de densidad mineral ósea.

Se utilizaron las bases de datos de ciencias de la salud, Pubmed y Cochrane para obtener un considerable número de posibles resultados relevantes. Se utilizó la estrategia de búsqueda PICO para diseñar el método de búsqueda, por lo tanto, las palabras clave utilizadas fueron cuidadosamente seleccionadas para garantizar la precisión y la exhaustividad de la búsqueda. Se utilizaron términos DeCS como "ejercicio terapéutico", "baja masa ósea", "osteoporosis", "densidad ósea", entre otros. Pero finalmente las palabras clave utilizadas incluyeron los siguientes Mesh: "exercise therapy", "osteoporosis", "bone diseases, metabolic", "bone density" y "bone development". Dando lugar a la siguiente ecuación de búsqueda:

((("osteoporosis"[MeSH Terms]) OR ("bone diseases, metabolic"[MeSH Terms])) AND ("bone density"[MeSH Terms]) OR ("bone development"[MeSH Terms])) AND ("exercise therapy"[MeSH Terms]).

Se utilizaron los enlaces booleanos AND y OR para combinar las palabras clave y tener acceso a un mayor número de artículos. Se aplicaron restricciones a la búsqueda para limitarla a estudios en humanos, ensayos clínicos aleatorizados y publicados en los últimos 10 años. La búsqueda inicial arrojó un total de 344 resultados en Pubmed y 152 en Cochrane, de los cuales 142 cumplen con los filtros y se consideraron potencialmente relevantes, fueron evaluados según los criterios de inclusión y exclusión de esta revisión y fueron sometidos a una revisión de título y resumen comprobando que cumplieren y satisficieran dichos criterios. Finalmente se incluyeron 7 estudios en la revisión bibliográfica final, los mismos 7 artículos se encontraron duplicados en ambas bases de datos, Pubmed y Cochrane. (Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020)

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: ensayos clínicos que evaluaran la eficacia del ejercicio terapéutico en mujeres con baja densidad ósea utilizando medidas objetivas de densidad ósea

o marcadores bioquímicos, en los idiomas inglés o español y una puntuación mayor a 4 según la escala PEDro (Tabla 1. Puntuación de la calidad metodológica de los ensayos clínicos según escala PEDro).

Los criterios de exclusión fueron: estudios que no cumplieran los criterios de inclusión, estudios que incluyeran mujeres menores de 50 años o con otras condiciones médicas relevantes, y estudios que utilizaran intervenciones no relacionadas con el ejercicio terapéutico o que no informaran sobre los resultados de interés.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de la literatura y se utilizó un enfoque metodológico riguroso y estandarizado para la selección de los estudios incluidos. Se evaluó la calidad metodológica de los estudios seleccionados utilizando herramientas de evaluación específicas, como la escala PEDro. Además, se revisaron las referencias bibliográficas de los estudios seleccionados para identificar posibles estudios adicionales relevantes.

En resumen, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva y rigurosa de la literatura científica para evaluar la eficacia del ejercicio terapéutico en mujeres con baja densidad ósea. Se utilizaron criterios de inclusión y exclusión previamente definidos y se evaluó la calidad metodológica de los estudios seleccionados. Los resultados de esta revisión bibliográfica proporcionarán información valiosa para dicho estudio.

## 5. RESULTADOS

Tras recopilar toda la información necesaria para revisar los estudios de campo seleccionados en el proceso de búsqueda anteriormente utilizado, llevamos a cabo una síntesis de los principales resultados de los ensayos clínicos. La siguiente tabla (Tabla 2. Tabla resumen de ensayos clínicos incluidos en la revisión) muestra de manera resumida dichos resultados obtenidos mostrando autor y año de cada trabajo y posteriormente aspectos importantes, como tipo de población a estudio, tamaño de la muestra, tipo de intervención, dosificación de la intervención, mediciones y resultados favorables o no.

Los artículos seleccionados de manera definitiva para la presente investigación se obtuvieron de las bases de datos PubMed y Cochrane, siguiendo rigurosamente las directrices establecidas por PRISMA (Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020).

En términos de diseño, los 7 artículos que se recopilaron y se estudiaron en más profundidad considerados en esta revisión, son ensayos clínicos aleatorizados, criterio de selección que fue cuidadosamente aplicado (35, 36, 37, 38, 39, 40, 41).

En relación a la evaluación de la calidad metodológica de los artículos utilizando la escala PEDro, es importante remarcar que tres de ellos (35, 36, 37) obtuvieron una calificación considerada como alta calidad (puntuación entre 6 y 8 puntos), mientras que los cuatro restantes (38, 39, 40, 41) obtuvieron una calidad regular (puntuación entre 4 y 5 puntos) dando lugar a una media de todas las puntuaciones de 5,71 puntos. En dos estudios se realizó una asignación oculta de los participantes (35, 36), en otros dos estudios se enmascararon los evaluadores encargados de medir al menos un resultado clave (35, 38), en otros dos se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar” (36, 37). En los siete estudios las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos (35, 36, 37, 38, 39, 40, 41), y además todos proporcionaron medidas precisas y variabilidad para al menos un resultado clave.

En ningún estudio se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos intervención y control sobre todas las variables evaluadas antes de realizar la intervención de cada

estudio como por ejemplo, la edad, el peso, la altura, las variables relacionadas con la puntuación T, la DMO... Las únicas diferencias significativas entre grupos al inicio del estudio fueron para TUGT y la altura (36) y el peso, el índice de masa corporal (IMC) y la frecuencia de sesión semanal (41).

En lo que respecta a la muestra de la población investigada, se observa una variación en el tamaño de los estudios, abarcando desde 25 hasta 150 sujetos (Figura 2. Tamaño muestral de los ensayos clínicos incluidos en la revisión). Todos los estudios incorporados se centraron en una población femenina, adulta, con una edad promedio que superó los 50 años. En relación a la baja densidad ósea hubo más investigaciones que se enfocaron en sujetos con osteopenia (T-puntuación < -1.0 en cadera y/o columna vertebral) (35, 36, 37, 39, 40, 41) que con osteopenia y osteoporosis (37, 40).

En relación a las intervenciones llevadas a cabo en los estudios, dos artículos evaluaron el ejercicio aeróbico, uno de ellos en comparación con un grupo de control que no recibió ninguna intervención (39) y el otro con un grupo que recibió ejercicios acuáticos (37). Dos analizaron el ejercicio de fuerza y equilibrio frente a un grupo de control pasivo (35, 40), mientras que otros tres compararon el ejercicio de impacto y/o saltos con un grupo control sin recibir intervención (35, 36 y 38) teniendo en cuenta que cada uno se hizo en un medio distinto, en tierra, en un trampolín y en agua respectivamente. Por último, puntualizar que dos estudios de los ya mencionados implementaron tres grupos distintos con diferentes intervenciones (40 y 41). La duración de las intervenciones varió desde 1 día (40) hasta 13 meses en el caso más prolongado (41) (Figura 3. Duración de la intervención de los ensayos clínicos incluidos en la revisión). El número total de sesiones osciló entre 1 (40) y 156 sesiones (41).

En relación a los instrumentos de medida de los resultados, los parámetros más examinados fueron la densidad mineral ósea por lo que en todos los estudios se realizó un análisis de dicha densidad antes y después de la intervención con una absorciometría de rayos X de energía dual (DXA), con excepción de un único estudio (40) donde se recogieron muestras de suero y se midieron las concentraciones de marcadores del metabolismo óseo. Por otro lado, cada grupo investigador utilizó medidas específicas para evaluar diversas variables de estudio como la fuerza, el equilibrio, el

impacto, el esfuerzo y éstas fueron adaptadas a los objetivos particulares de cada artículo. En todos los casos, los resultados fueron medidos al inicio y al finalizar el periodo de intervención.

De manera general, la mayoría de los estudios indican que tanto el ejercicio aeróbico como el ejercicio de impacto/saltos, o fortalecimiento de los músculos del MMII y MMSS, en distintos volúmenes e intensidades favorecen la formación de hueso en mujeres con baja densidad ósea mayores de 50 años. Además, la condición física se vio claramente mejorada después de cada intervención, ésta aumentó su funcionalidad e independencia, es más en un estudio (35) mejoró la Falls Efficacy Scale – International (FES-1) (medida para prevenir las caídas). Por otro lado también añadir que en algún estudio no se encuentran diferencias significativas como el artículo de ejercicio aeróbico a corto plazo (39) donde no hubo un cambio significativo en la osteocalcina ni en la DMO en ambos grupos, pero el telopéptido C-terminal de colágeno tipo 1 (CTX) y los componentes de aptitud física mejoraron significativamente.



## 6. DISCUSIÓN

El propósito de esta revisión bibliográfica radica en examinar los efectos del ejercicio terapéutico en mujeres adultas con baja densidad ósea, así como en comprender la modalidad de ejercicio, la intensidad y el volumen para el óptimo tratamiento de dicha patología.

Los artículos considerados en esta revisión presentan una población completamente conformada por mujeres adultas, y en cuatro estudios (36, 38, 37, 41) por mujeres posmenopáusicas concretamente, en su muestra, lo cual dificulta la extrapolación y/o generalización de los resultados a mujeres jóvenes.

En cuanto a la modalidad de intervención, los siete estudios de esta revisión emplearon de una manera o de otra la modalidad de ejercicio terapéutico y en dos de ellos se incide en la fuerza (35-41). Se observaron mejoras en la función física y DMO con este tipo de ejercicio, parece que estas intervenciones son más eficaces que la inactividad, ya que todos estos estudios incluyeron un grupo control pasivo que no recibió ningún tratamiento y tuvieron resultados favorables significativos.

Otra modalidad utilizada en tres de los estudios incluido son los programas de ejercicio para mejorar el equilibrio y la movilidad y, en consecuencia, la prevención de caídas a través de ejercicios como time up and go (TUG), one-leg stance (OLS), 6 minutes walking test (6TWT), 30 seconds chair stand test (CS) (35, 36, 39). Los tres ensayos incluyeron un grupo de control que no recibió ninguna intervención y se encontraron mejoras significativas en el grupo de intervención por lo que se demuestra la eficacia de este modelo de ejercicio más centrado en la estabilidad. Además, la mejora en el manejo del equilibrio de pie sobre un miembro inferior es muy importante entre las personas mayores, ya que el equilibrio postural deficiente y la pérdida del equilibrio representan el predictor de caídas en personas mayores con osteopenia. (42, 43). Además se utilizó FES-1, un instrumento válido y fiable con la finalidad de medir el miedo a las caídas.

A pesar de que las distintas modalidades de ejercicio mejoran los parámetros de diferencia significativa, la duración de las intervenciones varía en los diferentes estudios. Hay que tener en cuenta que según este artículo (44) la duración de un ciclo de remodelación no se divide uniformemente entre la reabsorción y la formación. Durante el período de mineralización primaria, la incorporación inicial de iones de calcio y fosfato en la matriz de colágeno ocurre rápidamente durante

2 a 3 semanas y representa aproximadamente el 70 % del contenido final de minerales. Los osteoclastos suelen reabsorber hueso durante 3 a 6 semanas (en un sitio específico), y el resto del ciclo comprende la formación de hueso; un proceso de mineralización completo requiere de 5 a 9 semanas. Por lo tanto, un ciclo completo de remodelación ósea en humanos toma de 4 a 6 meses (44).

Teniendo esto en cuenta podríamos sugerir que los estudios con una duración de 6 meses o más (36, 37 y 41) pueden ser más efectivos que los que no cumplen con este periodo de intervención (35, 38, 39 y 40). Por lo tanto, la duración de una intervención es crucial para determinar las variables medidas elegidas relacionadas con el metabolismo óseo para futuros estudios científicos, aunque se requieren más estudios de mayor calidad y comparables entre sí.

En cuanto a la modalidad de ejercicio aeróbico, se incluyen tres estudios (36, 39, 41). Se sugiere que el ejercicio aeróbico, ya sea en forma aislada o combinada, es mejor que no realizar ninguna actividad, ya que todos estos ensayos, comparan la intervención con un grupo de control pasivo.

En relación a la intensidad del ejercicio un estudio señala que la intensidad moderada alta es más beneficiosa que la moderada (37). Se ha demostrado que la intensidad moderada a alta del entrenamiento beneficia la masa ósea de la cadera y el recambio óseo (37). La intensidad utilizada en todos los estudios incluidos en esta revisión es de moderada a alta menos en los artículos (35 y 40), de hecho en este último se concluyó que la intensidad del ejercicio no se adaptó bien a los participantes; una intensidad más alta podría haber tenido más efecto en los valores de fosfatasa alcalina específica del hueso (BALP) (40).

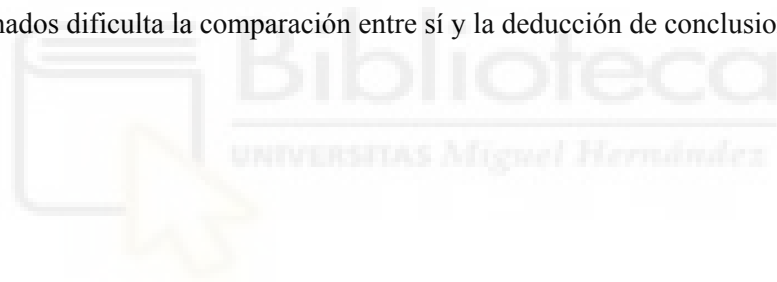
La duración varía de 30 a 90 minutos en las diferentes intervenciones según la intensidad. Por ejemplo, en el artículo (36) la evidencia del ensayo LIFTMOR de que las mujeres posmenopáusicas con una masa ósea baja o muy baja pueden tolerar cargas de alta intensidad justifica un cambio radical de actitud en este sentido.

La introducción gradual de la carga, la estrecha supervisión continua y el enfoque en la técnica correcta fueron clave para la evidente seguridad del protocolo y la capacidad de los participantes de LIFTMOR para tolerar el programa (36).



Otra cuestión destacable fue que los ejercicios son fáciles de replicar en cualquier centro de salud y/o deportivo o incluso en casa. Además, las medidas no solo se usaron por su alta confiabilidad y validez, sino que se basaron en su simplicidad. Todas las pruebas se pueden realizar fácil y rápidamente en cualquier lugar utilizando materiales alternativos y económicos excepto las mediciones de DMO.

Por último, es importante reconocer las limitaciones de esta revisión, la cual se llevó a cabo siguiendo las directrices PRISMA 2020. Sin embargo, debido a la búsqueda en dos bases de datos, a la selección de palabras clave y a los criterios de inclusión relacionados con el idioma y la antigüedad, es posible que se hayan pasado por alto artículos relevantes sobre el ejercicio terapéutico en el contexto de la densidad ósea. Además, un único autor realizó tanto el análisis como la búsqueda bibliográfica, lo que podría significar un sesgo en la revisión al no haber sido sometida a un proceso de revisión por pares. Finalmente, la considerable variabilidad metodológica entre los distintos artículos seleccionados dificulta la comparación entre sí y la deducción de conclusiones sólidas.



## 7. CONCLUSIONES

Después de conocer la literatura científica actual sobre el ejercicio terapéutico en mujeres adultas con baja densidad ósea, podríamos concluir que ha demostrado mejoras sustanciales y relacionandolo y contestando a los objetivos de esta revisión bibliográfica concluimos con lo siguiente:

- Parece que existen mejoras significativas en los parámetros de equilibrio, movilidad funcional, fuerza, y densidad ósea en la mayoría de los artículos a pesar de que en alguna variable puntual no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Por consiguiente, podemos afirmar que el ejercicio terapéutico constituye una herramienta terapéutica eficaz para el tratamiento de patologías en las que se ve disminuida la densidad mineral ósea como la osteoporosis y osteopenia, por lo tanto, debería ser incorporado en los protocolos de tratamiento de dichas patologías.
- Todavía no existe una evidencia totalmente clara acerca de los parámetros óptimos y estandarizados en cuanto a la intervención, duración y volumen de dicho tratamiento.
- No hay una evidencia suficiente para comparar las diferentes intervenciones con distintos instrumentos de medida. Es más, resulta complicado establecer una modalidad óptima de ejercicio terapéutico y extraer conclusiones sólidas.

Pese a los hallazgos, es necesario destacar que se necesita una mayor investigación, mayor muestra y calidad metodológica para enriquecer la práctica clínica con los mejores instrumentos disponibles, incluyendo la determinación de qué tipo de ejercicios resultan más apropiados.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, Lewiecki EM, Tanner B, Randall S, Lindsay R; National Osteoporosis Foundation. Clinician's Guide to Prevention and treatment of Osteoporosis 2014; 25: 2359-2381.
2. Compston, J. E., McClung, M. R., & Leslie, W. D. (2019). Osteoporosis. *Lancet*, 393(10169), 364–376.
3. Force USPST (2002) Postmenopausal hormone replacement therapy for primary prevention of chronic conditions: recommendations and rationale. *Ann Intern Med* 137:834–839
4. Seeman E, Delmas PD. Bone quality – the material and structural basis of bone strength and fragility. *N Engl J Med* 2006; 354: 2250–2261.
5. Shin S, Lee K, Song C. Relationship of body composition, knee extensor strength, and standing balance to lumbar bone mineral density in postmenopausal females. *J Phys Ther Sci* 2016; 28:2105–2109.
6. Seeman E. Pathogenesis of bone fragility in women and men. *Lancet*, 2002, 359: 1841–1850.
7. Riggs BL, Khosla S, Atkinson EJ, Dunstan CR, Melton LJ 3rd. Evidence that type I osteoporosis results from enhanced responsiveness of bone to estrogen deficiency. *Osteoporos Int*, 2003, 14: 728–733.
8. Borba-Pinheiro, C. J., Dantas, E. H. M., Vale, R. G. de S., Drigo, A. J., Carvalho, M. C. G. de A., Tonini, T., Meza, E. I. A., & Figueiredo, N. M. A. de. (2016). Resistance training programs on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 65, 36–44.
9. Gómez-Cabello, A., Ara, I., González-Agüero, A., Casajús, J. A., & Vicente-Rodríguez, G. (2012). Effects of training on bone mass in older adults: a systematic review: A systematic review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(4), 301–325.

10. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA): A report prepared in collaboration with the International Osteoporosis Foundation (IOF) and the European Federation of Pharmaceutical Industry Associations (EFPIA). *Arch Osteoporos* [Internet]. 2013;8(1–2):136.
11. O. Johnell, J.A. Kanis, An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures, *Osteoporos. Int.* 17 (2006) 1726–1733.
12. Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. *Clin Geriatr Med.* 1996;12(4):635–658.
13. Delbaere K, Crombez G, Vanderstraeten G, Willems T, Cambier D. Fear-related avoidance of activities, falls and physical frailty. A prospective community-based cohort study. *Age Ageing.* 2004;33(4):368–373.
14. Reelick MF, van Iersel MB, Kessels RP, Olde Rikkert MGM. The influence of fear of falling on gait and balance in older people. *Age Ageing.* 2009;38(4):435–440.
15. Martyn-St James M, Carroll S. Progressive high-intensity resistance training and bone mineral density changes among premenopausal women: evidence of discordant sitespecific skeletal effects. *Sports Med* 2006;36(8):683-704.
16. Pruitt LA, Jackson RD, Bartels RL, Lehnhard HJ. Weighttraining effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 1992;7(2):179-85.
17. Wolfe BL, LeMura LM, Cole PJ. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *J Strength Cond Res* 2004;18(1):35-47.
18. Rubin CT, Lanyon LE (1985) Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. *Calcif Tissue Int* 37(4):411–417.
19. O'Connor JA, Lanyon LE, MacFie H (1982) The influence of strain rate on adaptive bone remodelling. *J Biomech* 15(10):767–781.

20. Rubin CT, McLeod KJ (1994) Promotion of bony ingrowth by frequency-specific, low-amplitude mechanical strain. *Clin Orthop Relat Res* 298:165–174.
21. Vieira S, Lemes B, Silva Jr JA. Different land-based exercise training programs to improve bone health in postmenopausal women. *Med Sci Tech* 2013 ; 54:158-163.
22. Haapasalo H, Kontulainen S, Sievanen H, Kannus P, Jarvinen M, Vuori I. Exercise-induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density: a peripheral quantitative computed tomography study of the upper arms of male tennis players. *Bone* 2000;27(3):351-7.
23. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR, American College of Sports M (2004) American college of sports medicine position stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 36(11):1985–1996.
24. Giangregorio LM, Papaioannou A, Macintyre NJ, Ashe MC, Heinonen A, Shipp K, Wark J, McGill S, Keller H, Jain R, Laprade J, Cheung AM (2014) Too Fit to fracture: exercise recommendations for individuals with osteoporosis or osteoporotic vertebral fracture. *Osteoporos Int* 25(3):821–835.
25. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Horan SA, Beck BR. Heavy resistance training is safe and improves bone, function, and stature in postmenopausal women with low to very low bone mass: novel early findings from the LIFTMOR trial. *Osteoporosis International*. 2015 Aug 5;26(12):2889–94.
26. Castrogiovanni P, Trovato FM, Szychlinska MA, Nsir H, Imbesi R, Musumeci G. The importance of physical activity in osteoporosis. From the molecular pathways to the clinical evidence. *Histol Histopathol*. 2016;31(11):1183–1194. doi: 10.14670/HH-11-793.
27. Castrogiovanni P, Musumeci G. Which is the best physical treatment for osteoarthritis? *J Funct Morphol Kinesiol*. 2016;1(1):54–68.
28. Martin JT, Wolf A, Moore JL, Rolenz E, DiNinno A, Reneker JC (2013) The effectiveness of physical therapist-administered group-based exercise on fall prevention: a systematic review of randomized controlled trials. *J Geriatr Phys Ther* 36:182–193.

29. Harden SM, McEwan D, Sylvester BD, Kaulius M, Ruissen G, Burke SM, Estabrooks PA, Beauchamp MR (2015) Understanding for whom, under what conditions, and how group-based physical activity interventions are successful: a realist review. *BMC Public Health* 15:958.
30. Price JS, Sugiyama T, Galea GL, Meakin LB, Sunter A, Lanyon LE. Papel de los factores endocrinos y paracrinicos en la adaptación del hueso a la carga mecánica. *Curr Osteoporos Rep.* 2011; 9 (2):76–82.
31. Beck BR, Daly RM, Singh MA, Taaffe DR (2016) Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise prescription for the prevention and management of osteoporosis. *J Sci Med Sport* 20:438–445.
32. Tarantino U, Iolascon G, Cianferotti L et al (2017) Clinical guidelines for the prevention and treatment of osteoporosis: summary statements and recommendations from the Italian Society for Orthopaedics and Traumatology. *J Orthop Traumatol* 18:3–36.
33. Daly RM, Dalla Via J, Duckham RL, Fraser SF, Helge EW (2019) Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: an evidence-based guide to the optimal prescription. *Braz J Phys Ther* 23:170–180.
34. Kemmler W, von Stengel S. The role of exercise on fracture reduction and bone strengthening. En: *Muscle and Exercise Physiology*. Elsevier; 2019. p. 433–55.
35. Posch M, Schranz A, Lener M, Tecklenburg K, Burtscher M, Ruedl G, et al. Effectiveness of a Mini-Trampoline Training Program on Balance and Functional Mobility, Gait Performance, Strength, Fear of Falling and Bone Mineral Density in Older Women with Osteopenia. *Clinical Interventions in Aging*. 2019 Dec; Volume 14:2281–93.
36. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Harding AT, Horan SA, Beck BR. 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*. 2017 Oct 4;33(2):211–20.
37. Murtezani A, Nevzati A, Ibraimi Z, Sllamniku S, Meka V, Abazi N. 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*. 2014 Jul 3;16(3):319–25.
38. Aboarrage Junior AM, Teixeira CVLS, dos Santos RN, Machado AF, Evangelista AL, Rica RL, et al. A High-Intensity Jump-Based Aquatic Exercise Program Improves Bone Mineral Density and Functional Fitness in Postmenopausal Women. *Rejuvenation Research*. 2018 Dec;21(6):535–40.
39. Wen HJ, Huang TH, Li TL, Chong PN, Ang BS. Effects of short-term step aerobics exercise on bone metabolism and functional fitness in postmenopausal women with low bone mass. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA [Internet]*. 2017 Feb 1 [cited 2021 Apr 28];28(2):539–47.
40. Gombos GC, Bajsz V, Pék E, Schmidt B, Sió E, Molics B, et al. Direct effects of physical training on markers of bone metabolism and serum sclerostin concentrations in older adults with low bone mass. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2016 Jun 8;17(1).
41. Borba-Pinheiro CJ, Dantas EHM, Vale RG de S, Drigo AJ, Carvalho MCG de A, Tonini T, et al. Resistance training programs on bone related variables and functional independence of postmenopausal women in pharmacological treatment: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics [Internet]*. 2016 Jul 1;65:36–44.
42. Oliveira MR, da Silva RA, Dascal JB, Teixeira DC. Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: a randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriat*. 2014;59(3):506–514.
43. Mikó I, Szerb I, Szerb A, Poor G. Effectiveness of balance training programme in reducing the frequency of falling in established osteoporotic women: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017;31(2):217–224.
44. Allen MR, Burr DB (2013) Modelado y remodelación ósea. *Biología ósea básica y aplicada*. Elsevier Inc.ch.4.

## 8. ANEXOS

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA 2020

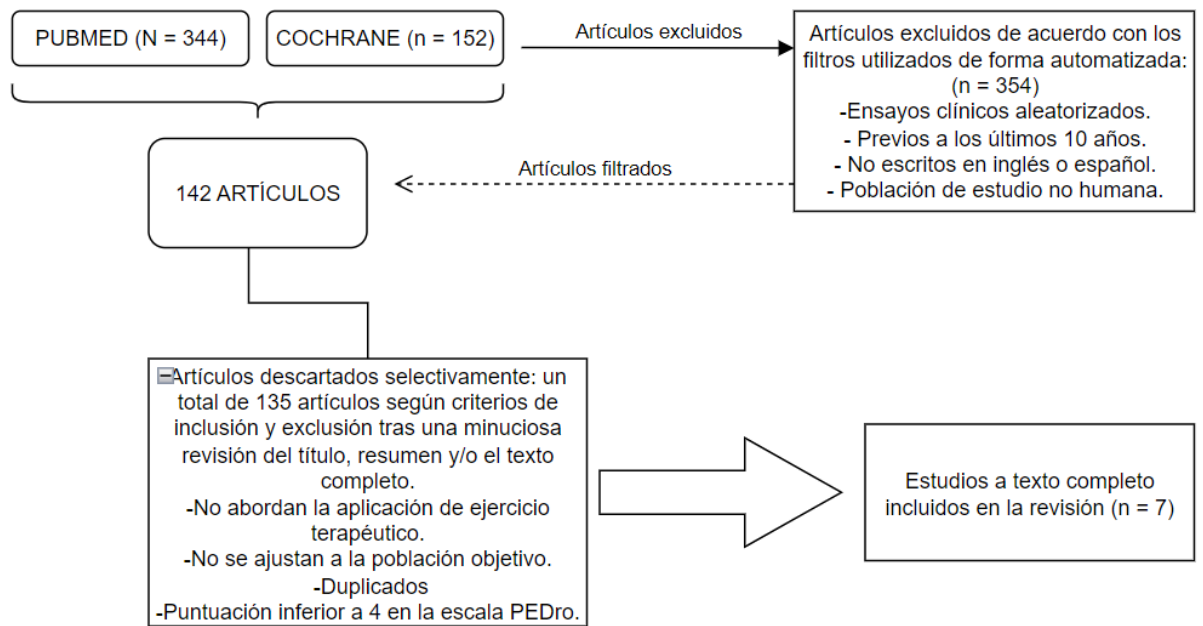


Figura 2. Tamaño muestral de los ensayos clínicos incluidos en la revisión.

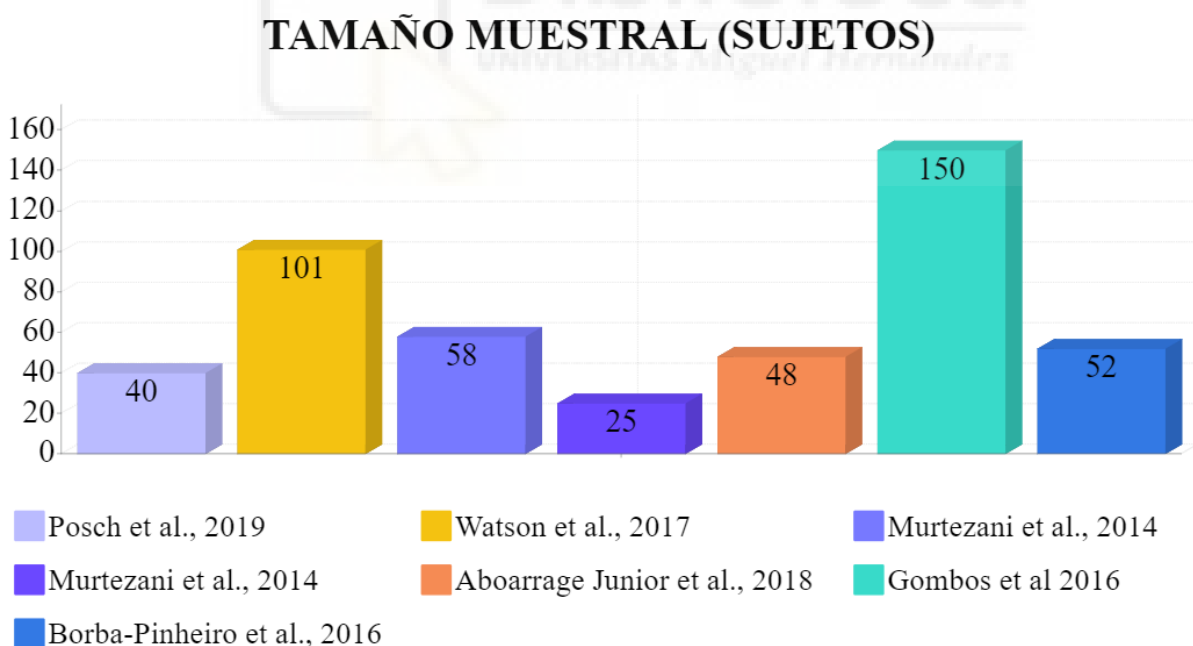


Figura 3. Duración de la intervención de los ensayos clínicos incluidos en la revisión.



## DURACIÓN DE LA INTERVENCIÓN (SEMANAS)

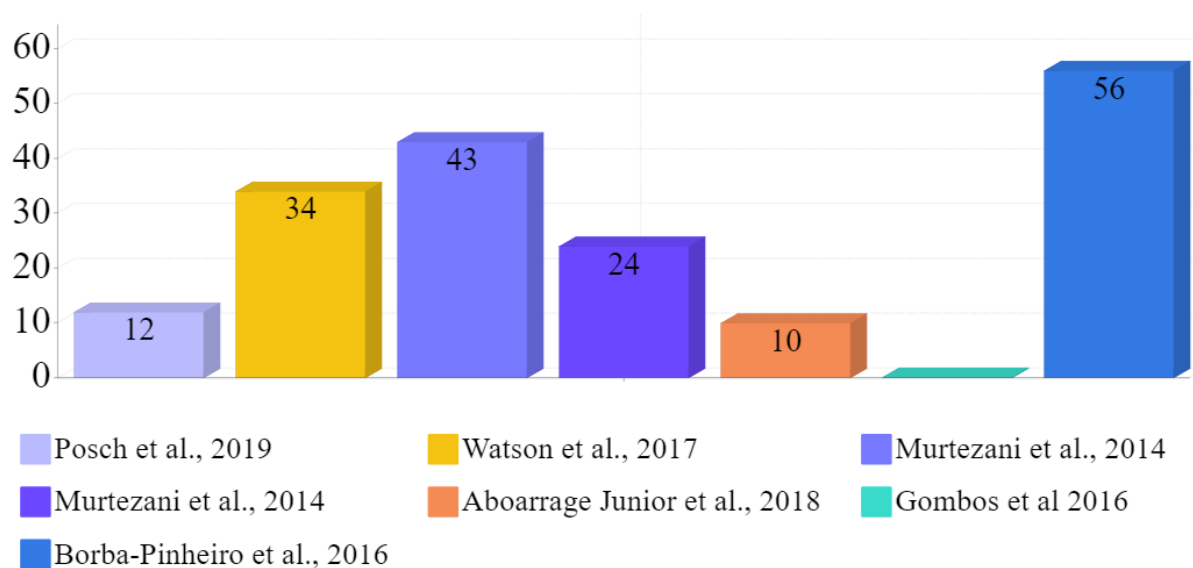


Tabla 1. Puntuación de la calidad metodológica de los ensayos clínicos según la escala

PEDro.

Autor y año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Posch et al., 2019	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7
Watson et al., 2017	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Murtezani et al., 2014	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Aboarrage Junior et al., 2018	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5
Wen et al., 2019	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Gombos et al., 2016	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Borba-Pinheiro et al., 2016	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
MEDIA												5.71

1. Los criterios de elección fueron especificados.
  2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
  3. La asignación fue oculta.
  4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
  5. Todos los sujetos fueron cegados.
  6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
  7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
  8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
  9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
  10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
  11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.
- El ítem de los criterios de elegibilidad no contribuye al puntaje total.

Tabla 2. Tabla resumen de ensayos clínicos incluidos en la revisión.

Artículo 1: Posch et al., 2019	Población de estudio: Mujeres >55 años con osteopenia diagnosticada 12 meses antes de la inscripción.
	Tamaño de muestra: 40 sujetos.  G.I: 20  G.C:20

	<p>Intervención:</p> <p>G.I: Ejercicios de equilibrio, fuerza y salto en un mini-trampolín.</p> <p>G.C: Ninguna intervención más allá del tratamiento habitual de la osteopenia</p>
	<p>Dosificación: 12 semanas, 2 sesiones por semana, 45-60 min por sesión. Adherencia del 100%.</p>
	<p>Mediciones: Antes y después de la intervención. Cuestionario de datos personales y demográficos, equilibrio estático (OLS), movilidad funcional (TUG), velocidad de marcha (WT), fuerza muscular (ACT y CST), eficacia de caídas (FES-1), densidad mineral ósea en el fémur proximal y columna lumbar (DXA).</p>
	<p>Resultado: Aumentos significativos (grupo x tiempo) para todos los parámetros (<math>p &lt; 0,001</math>) excepto para la DMO, medida en columna lumbar (<math>p = 0,064</math>) y cuello femoral (<math>p = 0,073</math>). Todos los parámetros de las pruebas de equilibrio y movilidad funcional (OLS, TUG), pruebas de fuerza (ACT, CST), WT, FES-I y BMD (cuello femoral) mostraron una mejora significativa en el GI antes y después de la intervención (<math>p &lt; 0,05</math>).</p>

<p>Artículo 2: Watson et al., 2017</p>	<p>Población de estudio: Mujeres postmenopáusicas &gt;58 años con baja masa ósea (T-puntuación &lt; -1.0 en cadera y/o columna vertebral).</p> <p>Tamaño de muestra: 101 sujetos</p> <p>G.I: 49</p> <p>G.C: 52</p> <p>Intervención:</p> <p>G.I: Entrenamiento de resistencia e impacto de alta intensidad (HiRIT). 5 series de 5 repeticiones, &gt;80% a 85% 1 repetición máxima.</p> <p>G.C: ejercicios de baja intensidad en el hogar. 10-15 repeticiones a &lt;60% 1 RM.</p> <p>Dosificación: 8 meses, 2 sesiones por semana, 30 min por sesión. Cumplimiento alto,</p>
--	--

	<p>Mediciones: Medidas antropométricas, medidas regionales de hueso (DXA), actividad física y rendimiento funcional.</p> <p>La fuerza extensora de MMII (EEI) se determinó utilizando un dinamómetro isométrico (TTM).</p> <p>La fuerza extensora de la espalda (BES) con el dinamómetro Manual Muscle Testing System.</p> <p>El rendimiento funcional con la prueba cronometrada de levantarse y andar (TUGT), 5 veces la prueba de sentarse y pararse (FTSTS) y la prueba de alcance funcional (FRT).</p> <p>El rendimiento neuromuscular de las extremidades inferiores se determinó a partir de la prueba de salto vertical máximo en una plataforma de fuerza (AMTI).</p>
	<p>Resultado: Los efectos de HiRIT fueron superiores a los de CON para la DMO de la columna lumbar (LS) (<math>2,9 \pm 2,8</math> % versus <math>-1,2 \pm 2,8</math> %, <math>p &lt; 0,001</math>), cuello femoral (FN) DMO (<math>0,3 \pm 2,6</math> % frente a <math>-1,9 \pm 2,6</math> %, <math>p = 0,004</math>), espesor cortical FN (<math>13,6 \pm 16,6</math> % frente a <math>6,3 \pm 16,6</math> %, <math>p = 0,014</math>), altura (<math>0,2 \pm 0,5</math> cm frente a <math>-0,2 \pm 0,5</math> cm, <math>p = 0,004</math>), y todas las medidas de rendimiento funcional (<math>p &lt; 0,001</math>).</p>

<p>Artículo 3: Murtezani et al., 2014</p>	<p>Población de estudio: Mujeres entre 50-70 años diagnosticadas con osteoporosis según las medidas de DMO en los últimos 6 meses.</p> <hr/> <p>Tamaño de muestra: 58 sujetos.</p> <p>G.I: 30</p> <p>G.C: 31</p> <hr/> <p>Intervención:</p> <p>G.I: Ejercicios en tierra, aeróbicos con carga de peso y ejercicios progresivos de resistencia.</p> <p>G.C: Ejercicios acuáticos.</p>
---	--

	Dosificación: 10 meses, 3 sesiones de ejercicios de resistencia por semana, 55 min por sesión.
	Mediciones: La fuerza de prensión (GS) con un dinamómetro, la fuerza del cuádriceps derecho (QS), la flexibilidad (BRPT), el equilibrio (BBS), el tiempo de marcha (6MWT) y el dolor (EVA) para evaluar la función física. La densidad mineral ósea en la columna lumbar se midió mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA).
	Resultado:  Grupo intervención: VAS, GS, QS, BRPT, BBS, 6MWT, BMD y T-score mejoraron significativamente.  Grupo control: GS y QS mejoraron significativamente en comparación con el inicio ( $p < 0,01$ ), y 6MWT fue más largo.  Hubo diferencias significativas entre los dos grupos en VAS, GS, QS, BRPT, 6MWT y T-score ( $p < 0,001$ ). No hubo diferencia significativa entre los dos grupos en BBS a los 10 meses de seguimiento.

Artículo 4:	Población de estudio: Mujeres postmenopáusicas de >55 años
Aboarrage	Tamaño de muestra: 25
Junior et al., 2018	G.I: 15 G.C: 10
	Intervención:  G.I: Entrenamiento acuático de alta intensidad basado en saltos.  G.C: No recibieron intervención.
	Dosificación: 24 semanas, 3 sesiones por semana, 30 min por sesión. Ningún abandono.

	<p>Mediciones: columna lumbar (LS), fémur total (TF), densidad mineral ósea (DMO) de todo el cuerpo (WB) con DEXA, o la agilidad (Time up and go, TUG), y la fuerza de las piernas (prueba de soporte de la silla, CS).</p>
	<p>Resultado: Aumento significativo en LS, TF y WB. En cuanto a la condición física funcional el grupo intervención mostró mejoras tanto en TUG y CS en comparación con el grupo control.</p>

<p>Artículo 5: Wen et al., 2019</p>	<p>Población de estudio: Mujeres posmenopáusicas (<math>58,2 \pm 3,5</math> años de edad) con baja masa ósea (puntuación T de la DMO de la columna lumbar de <math>-2,00 \pm 0,67</math>).</p>
	<p>Tamaño de muestra: 48 sujetos</p> <p>G.I: 24</p> <p>G.C: 24</p>
	<p>Intervención:</p> <p>G.I: Ejercicios aeróbicos escalonados grupales a corto plazo (GBSA).</p> <p>G.C: Ninguna aplicación.</p>
	<p>Dosificación: 10 semanas, 3 sesiones por semana, 90 min por sesión. No hubo eventos adversos. Tasas de asistencia en G.I altas (<math>96.7 \pm 0,9\%</math>)</p>
	<p>Mediciones: Características demográficas, marcadores metabólicos óseos en suero (telopéptido C-terminal de colágeno tipo 1 [CTX] y osteocalcina), la DMO, el porcentaje de grasa corporal total, el contenido mineral óseo (BMC) de todo el cuerpo, la cadera total y los componentes de aptitud funcional (rascarse la espalda, pararse en una silla, sentarse y estirarse, levantarse y andar de 8 pies, curl de brazos y prueba de pasos de 2 minutos).</p>

	<p>Resultado: no hubo un programa de ejercicio significativo por interacción de tiempo para CTX; sin embargo, el cambio porcentual de CTX fue significativamente diferente entre los grupos (GI = <math>-13,1 \pm 24,4</math> % frente a GC = <math>11,0 \pm 51,5</math> %, <math>P &lt; 0,05</math>). No hubo un cambio significativo en la osteocalcina ni en la DMO en ambos grupos. Los componentes de aptitud funcional en el GE mejoraron significativamente.</p>
--	---

<p>Artículo 6: Gombos et al 2016</p>	<p>Población de estudio: mujeres (edad media = <math>59,1 \pm 7,1</math> años) diagnosticadas con osteoporosis u osteopenia recientemente.</p>
	<p>Tamaño de muestra: 150</p> <p>Grupo de ejercicios de resistencia (RG; n = 50)</p> <p>Grupo de caminatas (WG; n = 50)</p> <p>Grupo control (GC; n = 50)</p>
	<p>Intervención:</p> <p>RG: Ejercicios que incluyeron elementos de fortalecimiento muscular y estabilización del núcleo.</p> <p>WG: Caminata rápida de intensidad moderada.</p> <p>GC: No recibieron ninguna intervención.</p>
	<p>Dosificación: Una sola intervención de ejercicio.</p>
	<p>Mediciones: Cambios en la fosfatasa alcalina específica del hueso (BALP), el telopéptido reticulado carboxi-terminal del colágeno tipo I (CTX) y las concentraciones de esclerostina sérica.</p>
	<p>Resultado: No hubo cambios significativos en los valores de BALP. Los niveles de esclerostina aumentaron en el RG y el WG, y hubo una diferencia significativa entre el WG y el GC después de la intervención de ejercicio.</p>

	Los cambios en las concentraciones de CTX desde el inicio fueron significativos en el RG, pero no en el WG y hubo una diferencia significativa entre el ejercicio de resistencia y la caminata.
--	---

Artículo 7: Borba-Pinheiro et al., 2016	Población de estudio: Mujeres posmenopáusicas >50 años con baja DMO: T-score < -1.0
	Tamaño de muestra: 52 sujetos
	RT3: 20
	RT2: 16
	GC: 16
	Intervención:  RT3: Entrenamiento de fuerza 3 veces por semana. RT2: Entrenamiento de resistencia 2 veces por semana. GC: No recibió ninguna intervención. Se les animó a no practicar actividad física de forma habitual durante el periodo de estudio.
	Dosificación: 13 meses, 60 min cada sesión.
Mediciones: Densidad mineral ósea (DMO) en la región lumbar y fémur total derecho por absorciometría dual de rayos X, protocolo 'Grupo de América Latina para la madurez' (GDLAM) para AF (actividad física), prueba de 10RM para ejercicios de piernas y el 'Cuestionario de Evaluación de Osteoporosis' (OPAQ) para calidad de vida.	
Resultado: RT3/semana fue significativamente más eficiente en comparación con el RT2/semana, incluyendo: Todas las variables de DMO, FA, prensa de piernas a 45° y OPAQ.  Además, los grupos RT3 y RT2 fueron más eficientes en comparación con GC.	