

Cristina Cobos Alcoverro

**“EFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO PARA MEJORAR LA OSTEOPENIA Y
OSTEOPOROSIS EN ADULTOS MAYORES DE 45 AÑOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA y
METAANÁLISIS”**

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Dirigido por Dra. Úrsula Catalán Santos

Máster de Envejecimiento y Salud



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus

2023

Tutor/a: Ursula Catalán Santos

Nombre del/la estudiante evaluado/a: Cristina Cobos

Memoria del TFM	
Pon la nota del 0 al 10 dentro de la casilla correspondiente	Nota 0 a 10
Evaluación global del trabajo 10%	0,86
1. Claridad en la formulación de los objetivos y de los problemas	10
2. Coherencia interna del trabajo	9
3. El trabajo muestra el uso del pensamiento crítico	8
4. Relevancia: originalidad e innovación	8
5. Propuesta para la aplicación práctica de los resultados	8
Introducción y justificación 15%	1,28
1. Explicación de las teorías que fundamentan el trabajo	9
2. Síntesis e integración de las teorías y del tema	9
3. Contribución en el avance teórico	8
4. Aportaciones a la sociedad y a la ética profesional	8
Metodología de la investigación 25%	2,25
1. Adecuación de la metodología a la temática	10
2. Instrumentos de investigación apropiados	9
3. Descripción de los métodos utilizados	8
Resultados y discusión 20%	1,8
1. Interpretación de los datos y resultados	10
2. Uso adecuado de los mecanismos de evaluación	9
3. Viabilidad de la propuesta	9
4. Uso adecuado de las herramientas de reflexión	8
5. Figuras y tablas adecuadas	9
Conclusión 20%	1,9
1. Conclusiones relacionadas con los objetivos	10
2. Coherencia y adecuación de las conclusiones	9
Aspectos formales 5%	0,48
1. Orden y claridad en la estructura del trabajo	10
2. Normativa (ortográfica, sintáctica, etc.) y corrección formal	10
3. Referencias bibliográficas actualizadas y formato adecuado	9
Evaluación del proceso: 5%	0,45
1. ha mostrado capacidades de análisis, síntesis y razonamiento y se ve reflejado en el trabajo final	9
Nota total sobre 10 (memoria escrita):	9,02

Firma del/a tutor/a: Reus, 31 de Mayo del 2023



Dra. Úrsula CATALÁN SANTOS

1. RESUMEN

Introducción: La osteoporosis es un importante problema de salud muy prevalente a nivel mundial, sobre todo en mujeres posmenopáusicas. Se sabe que el ejercicio físico es una buena opción terapéutica pero no todas las formas o dosis de ejercicio son buenas para una buena respuesta ósea.

Objetivo: Determinar la efectividad de un programa de ejercicio físico para la mejora de la osteopenia y osteoporosis.

Metodología: La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos Pubmed y Scopus. Se incluyen estudios controlados aleatorizados (ECA) y estudios de intervención basados en diferentes modalidades de ejercicio físico en adultos mayores de 45 años con osteopenia y/o osteoporosis. La variable principal evaluada es la densidad mineral ósea (DMO) y las secundarias, el equilibrio y la calidad de vida.

Resultados: De los 690 estudios identificados, 15 se incluyeron en la revisión sistemática. 14 de las 15 demostraron ser efectivas en la mejora de la DMO, siendo la intervención de ejercicio físico de alto impacto y resistencia la más efectiva con un mínimo de 2 días/semana, a una resistencia entre el 70-85% 1RM y una durada mínima de 40 minutos y de 6 meses.

Conclusión: Las intervenciones de ejercicio físico son efectivas para mejorar la DMO en adultos mayores de 45 años con situación de osteopenia y/o osteoporosis siendo el programa de ejercicio físico de alto impacto el más efectivo por conseguir un efecto osteogénico mayor. El equilibrio también obtuvo mejoras significativas en los grupos de ejercicio de alto impacto y resistencia y la calidad de vida también mejoró más en los grupos intervención.

2. ABSTRACT

Introduction: Osteoporosis is an important health problem that is highly prevalent worldwide, especially in postmenopausal women. It is known that physical exercise is a good therapeutic option, but not all forms or doses of exercise are suitable for a good bone response.

Objective: To determine the effectiveness of a physical exercise program to improve osteopenia and osteoporosis.

Methodology: The bibliographic search was carried out in the Pubmed and Scopus databases. Randomized controlled studies (RCTs) and intervention studies based on different modalities of physical exercise in adults older than 45 years with osteopenia and/or osteoporosis are included. The main variable evaluated is bone mineral density (BMD) and the secondary variables are balance and quality of life.

Results: Of the 690 studies identified, 15 were included in the systematic review. 14 of the 15 proved to be effective in improving BMD, with the intervention of high-impact physical exercise and resistance being the most effective with a minimum of 2 days/week, a resistance between 70-85% 1RM and a minimum duration of 40 minutes and 6 months.

Conclusion: Physical exercise interventions are effective in improving BMD in adults over 45 years old with osteopenia and/or osteoporosis, with the high-impact physical exercise program being the most effective, because it achieves a greater osteogenic effect. Balance also made significant improvements in the high-impact and resistance exercise groups, and quality of life also improved more in the intervention groups.

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. ABSTRACT	4
3. INTRODUCCIÓN	6
4. HIPÓTESIS:.....	7
5. OBJETIVOS:.....	7
5.1 Objetivo general	7
5.2 Objetivos específicos	7
6. METODOLOGIA	7
6.1 Fuentes de información	7
6.2 Estrategias de búsqueda	7
6.3 Criterios de elegibilidad.....	8
6.4 Proceso de selección de los estudios.....	9
6.5 Variables	9
6.6 Proceso de extracción de los datos	10
6.7 Calidad de los artículos.....	10
6.8 Metaanálisis	11
7. RESULTADOS.....	11
7.1 Selección de estudios	11
7.2 Características de los estudios incluidos	12
7.3 Características de la población incluida.....	12
7.4 Características de las intervenciones	12
7.5 Riesgo de sesgo de los estudios incluidos	13
7.6 Resultados sobre la variable principal (DMO)	14
7.7 Resultados sobre las variables secundarias (equilibrio y calidad de vida).....	14
7.8 Metaanálisis	21
8. DISCUSIÓN	21
8.1 Limitaciones y fortalezas del estudio	24
9. CONCLUSIÓN	25
10. BIBLIOGRAFIA	26
11. ANEXOS	31
11.1 Anexo 1	31

3. INTRODUCCIÓN

La osteoporosis se ha convertido en un importante problema de salud que afecta a nivel mundial debido al aumento del envejecimiento de la población (1,2). La osteoporosis, se define como “una enfermedad sistémica que se caracteriza por una disminución de la densidad mineral ósea (DMO) y un deterioro de la microarquitectura del tejido óseo que incrementa la fragilidad de este, con el consecuente aumento del riesgo de fractura”(3). Se considera una fractura osteoporótica cuando ocurre con un traumatismo mínimo, también se llama como fractura por fragilidad. Las más comunes son las fracturas vertebrales (4). Las fracturas osteoporóticas, suponen una elevada carga sanitaria y económica y provocan dolor crónico, deterioro funcional, reducción de la calidad de vida, hospitalizaciones e incluso la muerte de las personas que las sufren (1,5). Además, en el caso concreto de las mujeres con fracturas por fragilidad tienen más probabilidad de sufrir ansiedad, depresión, aislamiento social y miedo a caerse (4).

Según el Informe de la Fundación Internacional de Osteoporosis, en España 2.945.00 de personas padecen osteoporosis de los cuales el 79,2% son mujeres y el 20,8% son hombres (6). Esta prevalencia en mujeres se debe por la relación de la osteoporosis con la pérdida posmenopáusica de estrógenos provocando una disminución de la masa ósea de hasta un 5% anual y puede durar hasta 7 años después de la menopausia (7,8).

Se espera que las fracturas por fragilidad ósea crezcan un 30% entre el 2019 y 2034 (6). Para el diagnóstico de la osteoporosis, su seguimiento y para poder estimar el riesgo de fracturas futuras la prueba más utilizada es la densitometría ósea (DEXA), medida *gold standard* (1,3,9). Una puntuación de T- score de -1.0 más alta, se considera DMO normal, una T-score entre -1.0 y -2,5 significa que tiene una osteopenia (DMO baja) y que puede estar en riesgo de osteoporosis y una puntuación T-score de -2,5 significa que tiene osteoporosis (1).

Las variables como la edad, el género, índice de masa corporal, función tiroidea, la menopausia, calcio insuficiente a la dieta, déficit de vitamina, antecedentes familiares de fracturas y nivel de actividad física están relacionadas con cambios en la DMO (1).

Las guías de práctica clínica para el tratamiento de la osteoporosis incluyen, entre otros, la importancia del ejercicio físico, sobre todo el entrenamiento de la resistencia y fuerza combinado con el trabajo del equilibrio (4). Se sabe que el ejercicio puede mejorar la función física y la calidad de vida en personas mayores frágiles y también ayuda a prevenir las caídas (4). No obstante, no todas las formas o dosis de ejercicio físico son aptas para una buena respuesta ósea (10).

Por ese motivo, creemos necesario hacer una revisión bibliográfica actualizada sobre la evidencia del papel del ejercicio físico como tratamiento preventivo de las fracturas osteoporóticas en personas con osteopenia y osteoporosis, incluyendo el tipo y la intensidad de este ejercicio físico.

4. HIPÓTESIS:

Un programa de ejercicio físico mejora la densidad mineral ósea en personas con situación de osteopenia y/o osteoporosis en adultos mayores de 45 años.

5. OBJETIVOS:

5.1 Objetivo general: Determinar la efectividad de un programa de ejercicio físico para la mejora de la osteopenia y osteoporosis.

5.2 Objetivos específicos:

1. Determinar el tipo y la dosis/tiempo de ejercicio físico con efectos positivos óseos
2. Maximizar la calidad de vida de los pacientes con osteoporosis
3. Aumentar la funcionalidad de esta población
4. Mejorar el equilibrio para prevenir caídas

6. METODOLOGIA

Se trata de una revisión bibliográfica que ha seguido los criterios de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*)(11) (**Anexo 1**).

6.1 Fuentes de información

Para llevar a cabo la búsqueda de los artículos, se revisaron las bases de datos electrónicas PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) y Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>). Se tratan de dos bases de datos especializadas en el ámbito de la salud. La búsqueda bibliográfica, en las bases de datos, se realizó entre el 15 de enero de 2023 y hasta el 31 de marzo del 2023.

6.2 Estrategias de búsqueda

La revisión sistemática se planteó siguiendo los criterios PICOS:

- Problema o paciente (P): adultos mayores de 45 años con osteopenia/osteoporosis.
- Intervención a analizar (I): ejercicio físico.
- Comparación (C): grupo control (otra intervención de ejercicio físico, ninguna intervención, intervención farmacológica).
- Resultados (O): Densidad mineral ósea, equilibrio, calidad de vida.

- Diseño de Estudio (S): Estudio controlado aleatorizado (ECA), estudios intervención.

Consistió en combinar las palabras clave seleccionadas en cada una de las bases de datos, tal como detallamos a continuación. No hubo restricción de idioma y no se aceptaron textos sin acceso completo.

PubMed

Palabras clave: (osteoporosis) AND (osteopenia) AND (exercise) AND (effects)

Filtros: Clinical Trial, Randomized Controlled Trial, in the last 5 years.

Artículos: 38

Scopus

Palabras clave: (osteoporosis) AND (osteopenia) AND (exercise) AND (effects)

Filtros: All open acces, Medicine, últimos 5 años, artículos.

Artículos: 652

6.3 Criterios de elegibilidad

Los criterios de elección que hemos seguido durante la selección de artículos son los que aparecen en la **Tabla 1**:

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Fecha publicación: 2018-2023	Los artículos que no cumplieron alguno de los criterios de inclusión
Tipología de artículo: ECA y con estudios en los que se realiza una intervención específica (IE).	
Participantes: adultos mayores de 45 años diagnosticados de osteopenia/ osteoporosis	
Intervención: ejercicio físico	
Comparación: efectividad del ejercicio físico frente placebo, no recibir ninguna intervención, intervenciones farmacológicas u otras intervenciones.	
Resultado: DMO, equilibrio y calidad de vida	
Idioma: todos	

6.4 Proceso de selección de los estudios

En primer lugar, se realizó una primera criba con la lectura de los títulos de los artículos identificados en las bases de datos mencionadas anteriormente. Después, se examinaron los resúmenes de los artículos seleccionados por el título y se seleccionaron los estudios en función de los criterios de inclusión y exclusión. En caso de información insuficiente en el resumen, se leyó el texto completo. Todo el proceso de selección fue realizado por el mismo autor y en el caso de duda, se tuvo en cuenta la opinión de un segundo autor.

6.5 Variables

La variable principal del estudio es la osteopenia y la osteoporosis. La DMO, medida mediante la prueba *Gold standard* DEXA, (12) es el criterio estándar para diagnosticarlas y para evaluar el riesgo de fractura (13). Es una prueba que no causa ningún dolor y los resultados obtenidos se comparan con una norma establecida estándar (densidad mineral ósea de un adulto joven en buen estado de salud) y se le da una puntuación. Esta puntuación es la llamada T-Score, una calificación entre +1 y -1,0 significa una DMO normal, una calificación entre -1 y -2,5 significa una DMO baja (osteopenia) y una calificación igual o más baja de -2,5 indica osteoporosis. Cuando más mayor el número negativo más grave es la osteoporosis (14). Los participantes de los estudios incluidos en esta revisión tendrán una DMO igual o inferior a -1.

Como variables secundarias, se incluyeron el equilibrio y la calidad de vida. El trabajo del equilibrio hace que los músculos trabajen de forma conjunta para mantener la estabilidad y eso hace que tengamos menos probabilidad de caernos. Por tanto, ayudará a disminuir el riesgo de caídas y fracturas osteoporóticas en pacientes con osteopenia y osteoporosis. Su medida *Gold standard* es la estabilometría realizada con plataformas de fuerza con la que se determinan las oscilaciones del centro de presiones (CoP) (15) pero en este caso, se evaluará mediante test específicos de equilibrio como la prueba *Timed Up and Go* (TUG), la escala de equilibrio de Berg (BBS), el test de equilibrio *One Leg* (OLST) y el test *Five Times Sit to Stand* (FTSTS). La prueba *TUG* evalúa el riesgo de caídas en gente mayor y examina aspectos del equilibrio estático y dinámico, la validez y fiabilidad de esta prueba ha sido evaluada y confirmada en varios estudios (16–18). En cuanto la Escala del equilibrio de Berg, se trata de una prueba clínica que sirve para evaluar el equilibrio estático y dinámico de las personas a través de 14 ítems, es una prueba con alta validez y confiabilidad (19). El test OLST evalúa el equilibrio estático monopodal, se ha adoptado como una herramienta de detección deterioro equilibrio (20). Y, por último, el test FTSTS es una herramienta válida para evaluar la capacidad de pararse y sentarse, su rendimiento dependerá de la fuerza de extremidades inferiores y del control del equilibrio, tiene una alta confiabilidad para adultos sanos o con patologías (21).

En cuanto a la calidad de vida, se sabe que el ejercicio físico puede mejorar la función física, las actividades de la vida diaria y la calidad de vida en personas mayores frágiles (22). Para su evaluación se utilizaron test validados y confiables para medirla como, por ejemplo, la encuesta SF-36 que es un cuestionario que sirve para medir la autopercepción de la calidad de vida en una población (23) o el cuestionario de Calidad de Vida específico de la enfermedad de la Fundación Europea para la Osteoporosis (QUALEFO-41) (24).

6.6 Proceso de extracción de los datos

La extracción de datos de los estudios incluidos en la revisión bibliográfica se llevó a cabo por el mismo autor. Una vez seleccionados los artículos, se procedió a registrar los datos en una tabla los siguientes elementos: apellido de los autores, año de publicación, país de ubicación, diseño de estudio, tamaño de la muestra, edad de los participantes, características de los participantes, intervención (grupo intervención, grupo control o grupos de intervención), tiempo de evaluación y los resultados de la intervención. Para asegurar la calidad de la revisión, como hemos nombrado en anterioridad, se han utilizado los criterios PRISMA (11).

6.7 Calidad de los artículos

Para la evaluación de la calidad de los ECA incluidos en la revisión sistemática se realizó mediante una herramienta que evalúa la calidad de los estudios cuantitativos “*Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*”. Se evaluó la generación de la secuencia aleatoria, el ocultamiento de la asignación, el cegamiento de los participantes y del personal, el cegamiento de los evaluadores del resultado y los datos de resultado incompletos (19). Cada categoría se calificó como bajo riesgo de sesgo, alto riesgo de sesgo o riesgo de sesgo poco claro (19).

De esta manera, según la cualificación de cada apartado, se determinó la calidad de cada artículo. Se consideró los estudios con: calidad fuerte cuando en ninguna de las categorías se encontraba una cualificación débil (riesgo poco claro o alto riesgo de sesgo); calidad moderada si se encontraba una cualificación débil; o una calidad débil si había dos o más calificaciones débiles. Todos los estudios fueron evaluados por el mismo evaluar (C.C) pero se consultó con un segundo evaluador (U.C) en caso de dudas.

6.8 Metaanálisis

Los estudios que cumplieron los criterios de inclusión se incluyeron para realizar la revisión sistemática y se incluyeron en el metaanálisis aquellos que presentaban intervenciones de intervención y de control iguales para poder compararlos. Se realizó metaanálisis de la variable del estudio (DMO) de los estudios que utilizaron la misma metodología. Los estudios se analizaron con efectos aleatorios. Un valor de $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo.

7. RESULTADOS

7.1 Selección de estudios

En la búsqueda bibliográfica realizada en las bases de datos, nombradas anteriormente, se identificaron un total de 690 artículos. Se excluyeron 662 por el título y se revisaron por resumen y texto completo 28. Finalmente, 15 cumplieron los criterios de inclusión. La **Figura 1** recoge el diagrama de la selección de artículos para la presente revisión.

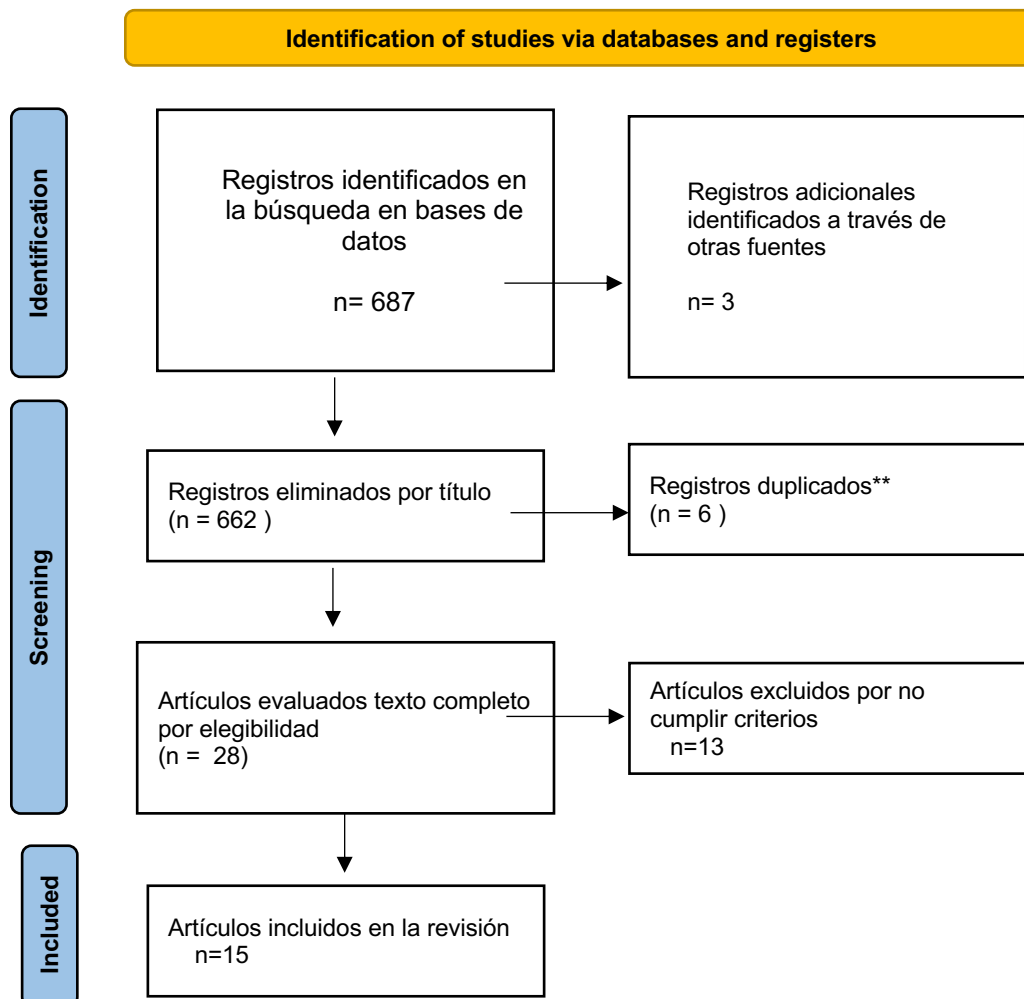


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA de la selección de estudio

7.2 Características de los estudios incluidos

Fueron incluidos un total de 15 ECA sobre diferentes intervenciones de ejercicio físico para el tratamiento de la osteopenia y la osteoporosis en población adulta mayor de 45 años. Entre todos suman un total de 1.071 participantes. Toda la información con interés científico de los ECA analizados se encuentran en la **Tabla 2**. De los 15 ECA incluidos, 4 se realizaron en Australia (25–28), 3 en Alemania(29–31) y el resto en los países de China, España, Austria, Polonia, Rumania, Taiwán, Corea y Dinamarca (32–39). Todos los ECA incluidos, analizaban la osteoporosis a partir de la DMO utilizando la medida DXA o DEXA para evaluarla en g/cm² (área) y en la mayoría de los estudios miraban la DMO de la columna lumbar y de la cadera. Se incluyó un artículo donde la medida era el DMO volumétrico y sus medidas fueron en g/cm³ (volumen) (26). Dado que tienen una correlación buena entre ellas se decidió incluir en la revisión (40).

7.3 Características de la población incluida

Todos los participantes incluidos en los estudios tenían una edad superior de 45 años, siendo la mayoría de ellos mujeres posmenopáusicas con osteopenia y/o osteoporosis. En dos de los quince ECA (27,31) se analizan las intervenciones en población masculina y en uno se realiza en población tanto masculina como femenina (28).

7.4 Características de las intervenciones

De los 15 ECA incluidos, encontramos variabilidad en cuanto al programa de intervención realizado. El tratamiento más evaluado ha sido un programa de intervención de alto impacto versus otras formas de ejercicio o grupo control (25–27,29,31,33). También encontramos programas de intervención con ejercicios realizados en plataforma vibratoria (32,36), ejercicios de tradición china tipo Yoga (35), programas de ejercicios multicomponentes de fuerza y equilibrio (28,34,38,39) y programa de ejercicio mediante danza aeróbica (37). También encontramos un estudio donde se evaluaron los efectos de 13 meses de entrenamiento con ejercicios de alto impacto y los efectos de 3 meses de desentrenamiento (30).

En cuanto los grupos controles, encontramos que en la mayor parte se les pidió que siguieran con sus rutinas habituales de la vida diaria (27,28,31,32,34), en otros estudios, se comparó el programa de intervención de alto impacto con ejercicios de bajo impacto y suaves como control (25,29,30,33) y en otros, se comparó la intervención de ejercicio físico versus medicación (35–38). También, encontramos estudios que compararon los efectos del grupo intervención y grupo control sin y con medicación (25,26,33,35). En uno de los artículos no encontramos información del grupo control (39).

Y en referencia a las intervenciones de alto impacto y resistencia, podemos decir que se realizaron con un mínimo de 2 días a la semana, con una durada mínima de 40 minutos, con una resistencia de entre el 70-85% 1 RM y una duración mínima de 6 meses.

La duración mínima de todos los ECA fue de 6 meses y un máximo de 15 meses.

7.5 Riesgo de sesgo de los estudios incluidos

A continuación, se muestran las evaluaciones del riesgo de sesgo de cada uno de los estudios incluidos en esta revisión. En la **Figura 2** encontramos un resumen de la evaluación de cada estudio y de cada categoría.

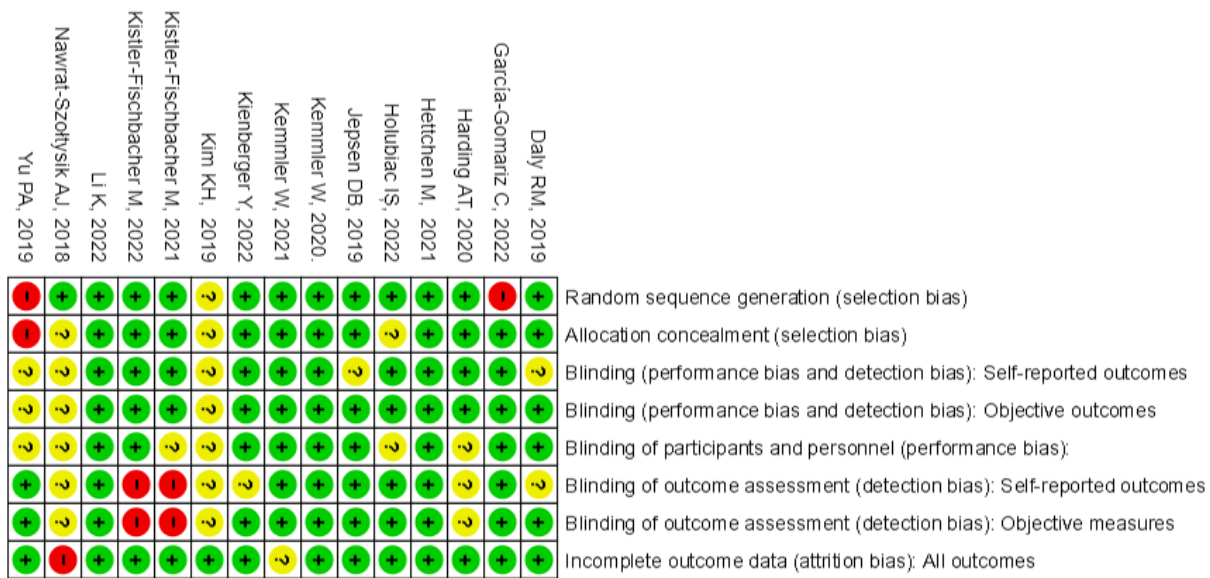


Figura 2. Resumen del riesgo de sesgo por artículos.

Y el **Figura 3** mostramos el gráfico de riesgo de sesgo.

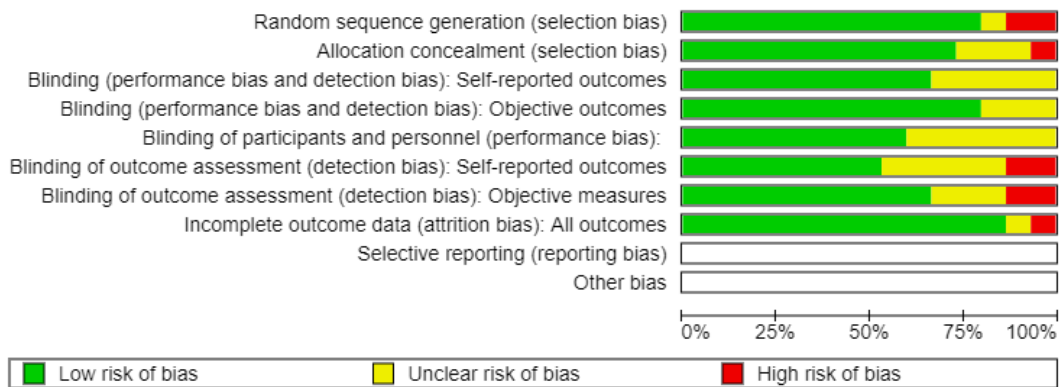


Figura 3. Gráfico del riesgo de sesgo por artículos.

El análisis muestra que hay 3 artículos con bajo riesgo de sesgo(29,31,35) , es decir de alta calidad, 4 con calidad moderada (30,32,33,36) y 8 con calidad débil o alto riesgo de sesgo (25–28,34,37–39).

7.6 Resultados sobre la variable principal (DMO)

En cuanto los resultados de la DMO, que se encuentran detallados en la **Tabla 2**, podemos decir que en 13 de los 15 artículos incluidos en la revisión se han obtenido mejoras estadísticamente significativas de la DMO en los grupos de intervención con ejercicio físico (25–31,33–37,39). En otro mejoró, pero sin ser estadísticamente significativo (38). Y solo en uno, no hubo diferencias estadísticamente significativas de la DMO entre los efectos de las intervenciones respecto el grupo control (32).

Encontramos que hubo mejoras más significativas de la DMO en los grupos donde se combinaba la intervención con medicación específica para osteoporosis (25,26,35–37). También, observamos que en los estudios donde se realizaban intervención de ejercicios de alto impacto e intervención de bajo impacto, siempre tuvo mejoras de la DMO los de alto impacto y en ninguna las de bajo impacto (25,26,29,30).

En estudios donde la intervención de ejercicio se trataba de marcha nórdica y caminar a paso intenso hubo mejora significativa de la DMO (33,38).

7.7 Resultados sobre las variables secundarias (equilibrio y calidad de vida)

De los 15 artículos analizados en la **Tabla 2**, solo en 5 ECA se analizaron la variable secundaria del equilibrio (25,27,32,34,37) y en 2 la calidad de vida (32,37).

En referencia a los 5 artículos donde se analizó el equilibrio, en 4 hubo una mejora estadísticamente significativa en el grupo intervención donde se realizaban ejercicios de alto impacto incluidos ejercicios de equilibrio y ejercicios multicomponentes donde también se incluían ejercicios de equilibrio (27,32,34,37). Sólo en uno (25) no hubo diferencias del equilibrio entre realizar ejercicios de alto impacto y de bajo impacto.

Y en cuanto a la calidad de vida, hubo mejoras estadísticamente significativas en los grupos intervención de ejercicio siendo uno de ellos danza aeróbica (32,37).

Tabla 2- Resumen análisis ECAs

Tabla 2- Resumen análisis ECAs														
Características artículos			Caraterísticas participantes			Características intervenciones				Resultados			Variables secundarias (VS)	
Autores y año	País	Diseño	Participantes	Edad	n por grupos	Grupo intervención	Grupo control	Otros grupos intervención	Evaluaciones	Variable principal	Herramienta evaluación	Variable principal (VP)	Equilibrio	Calidad de Vida
Kistler-Fischbacher M, Yong JS, Weeks BK, Beck BR 2021 (25)	Australia	ECA	155 mujeres posmenopausicas con masa osea baja (T-score ≤ -1.0)	edad 63,6 ± 0,7 años	GI: 42 CG: 44 GI+med: 15 GC+med:14	Programa HiRIT (alto impacto) 3 ejercicios entrenamiento resistencia peso libre, 1 ejercicio alto impacto (salto y caída) y 2 equilibrio. Cargas progresivas. 2 veces/semana 40 minutos	Programa de movimiento Buff Bones (ejercicios baja intensidad Pilates): ejercicios conciencia corporal y propiocepción, ejercicios método Pilates, ejercicios equilibrio, estiramiento y de fortalecimiento utilizando peso corporal y mancuernas 1kg. 2 veces/semana 40 minutos	GI+ medicación GC+medicación antiresortiva	Inicio- 8 meses	DMO	DXA	DMO: MES GI más efectivas con el GI+med	No DES entre grupos	x
Kienberger Y, Sassmann R, Rieder F, Johansson T, Kässmann H, Pirich C, et al. 2022 (32)	Austria	ECA	65 mujeres posmenopáusicas con osteopenia	Mayores de 45 años	GI1: 18 GI2: 22 GC: 21	GI1:entrenamiento con vibraciones (VT). Ejercicios de fuerza y resistencia de pie, estáticos y dinámicos en plataforma vibratoria. GI2: entrenamiento de resistencia (RT). Ejercicios equilibrio y de resistencia de los grandes grupos musculares con máquinas.	su actividad física habitual		Inicio-12 meses (VP) Inicio-6 meses-12 mese-15 meses (VS)	DMO	DXA	no cambios ES del GI1 y GI2 respecto GC.	MES GI2	MES GI2

García-Gomariz C, Igual-Camacho C, Sanchís-Sales E, Hernández-Guillén D, Blasco JM. 2022 (33)	España	Estudio intervención	39 mujeres posmenopáusicas con osteopenia u osteoporosis (T-score < -1,0)	Mayores de 55 años	GI1: 9 GI2: 16 GI3: 14	G1: entrenamiento alto impacto: ejercicios de movilidad articular, ejercicios de coordinación e equilibrio, ejercicios de fuerza muscular con resistencia, ejercicios de salto y estiramientos. 3 veces/semana G2: entrenamiento alto impacto+ingesta calcio y vit D G3: caminar paso intenso durante 6 km+ calcio y vit D. Entre 3-5 veces/semana.			Inicio-24 meses	DMO	DXA	MES GI2, GI1 y GI3 mantuvieron niveles de DMO.	X	X
Holubiac IȘ, Leuciuc FV, Crăciun DM, Dobrescu T. 2022 (34)	Romania	Estudio intervención	29 mujeres posmenopáusicas con osteopenia u osteoporosis.	mayores de 56 años	GI:15 GC:14	ejercicios de fuerza con máquinas de los grandes grupos musculares+ sentadillas. 2 series 12 repeticiones (6 70% 1RM- 6 al 50% 1RM).	ninguna actividad física		Inicio-final (6 meses)	DMO	DEXA	MES GI	x	x
Li K, Yu H, Lin X, Su Y, Gao L, Song M, et al. 2022 (35)	China	ECA	50 mujeres posmenopáusicas con osteopenia	entre 50-79 años	G1: 18 G2:15 G3: 17	ejercicios Baduanjin (BE). s un ejercicio tradicional que combina la respiración, el movimiento corporal, la meditación y la conciencia. Mínimo 5 veces/semana 45 minutos (G1).	medicamento EXD (G2)	Ejercicios BE +medicación EXD (G3)	Inicio- 8 semanas-16 semanas	DMO	DEXA	MES G3	MES G3	x

Kistler-Fischbacher M, Yong JS, Weeks BK, Beck BR. 2022 (26)	Australia	ECA	102 mujeres posmenopáusicas con baja masa ósea (T-puntuación de $\leq -1,0$), con o sin medicación antiresortiva	64,7 \pm 6,0	GI1:37 GI2:43 GI3:11 GI4:11	<p>G11: HiRIT: tres ejercicios de resistencia, uno de equilibrio en cada sesión. 5 series de 5 repeticiones a $>80\%$ de 1RM. Escala Borg ≥ 16 para cada ejercicio.</p> <p>G12: LipBE. Ejercicios basados en Pilates realizados sobre colchoneta en decúbito y cuadrupedia+últimos 10 a 15 minutos de cada sesión se realizaron en una posición de soporte de peso de pie y consistieron en sentadillas con el peso del cuerpo, ejercicios de equilibrio y de bajo impacto y así ejercicios realizados con mancuernas livianas. Se realizaron de seis a diez repeticiones para cada ejercicio.</p> <p>G13: HiRIT + medicación antiresortiva</p> <p>G14: LipBE + medicación antiresortiva</p>			Inicio-8 meses	vDMO (referencia)	DXA	MES G11 y G13. G13: mayores mejoras	x	x
--	-----------	-----	---	----------------	--------------------------------------	--	--	--	----------------	-------------------	-----	-------------------------------------	---	---

Hettchen M, von Stengel S, Kohl M, Murphy MH, Shojaa M, Ghasemikaram M et al. 2021 (29)	Alemania	ECA	54 mujeres de entre 1 a 5 años posmenopáusicas con osteopenia u osteoporosis	48-60 años	GI: 27 GC: 27	entrenamiento de fuerza con carga de peso de alto impacto/alta intensidad/velocidad tres veces semana (danza aeróbica, saltos y HiRIT). 10-12 semanas de ejercicio de alta intensidad/alto esfuerzo, intercaladas con 4-5 semanas de ejercicio recreativo entre cada fase. 80-85% FC 60-85% 1RM	Ejercicio de baja intensidad una vez por semana		Inicio-13 meses	DMO	DX A	DMO-CL: MES GI, disminución GC. DMO cadera: No MES, se mantuvo GI, disminución GC.	x	x
Kemmler W, Hettchen M, Kohl M, Murphy M, Bragonzoni L, Julin M, Risto T, von Stengel S. 2021 (30)	Alemania	ECA	54 mujeres de entre 1 a 5 años posmenopáusicas con osteopenia u osteoporosis	48-60 años	GI: 27 GC: 27	13 meses de entrenamiento de ejercicios de resistencia y aerobicos de alta intensidad 60-85% 1RM realizados 3 veces/semana, + 3 meses de fin ejercicios de forma brusca.	13 meses ejercicios suaves 1 vez/semana+ fin brusco ejercicio		fin 13 meses entrenamiento-fin 3 meses desentrenamiento	DMO (variable secundaria estudio)	DX A	DMO: periodo entrenamiento MES G, disminución GC. DMO periodo desentrenamiento: reducción GI de los valores iniciales, no cambios GC.	x	x

Harding AT, Weeks BK, Lambert C, Watson SL, Weis LJ, Beck BR. 2020 (27)	Australia	ensayo control ado semiale atorio	93 hombres con osteopenia u osteoporosis en la columna lumbar y/o cadera (T-Score \leq -1,0.).	maypres de 45 años	G11: 34. G12: 33 GC: 26	G11: HiRIT: entrenamiento de resistencia e impacto progresivo de alta intensidad, 3 ejercicios de resistencia basada en barra con baja carga (sentadilla, peso muerto y press por encima cabeza). Cinco series de cinco repeticiones a una intensidad de 80-85% de una repetición máxima (1RM). Carga progresiva de 2,5kg según tolerancia participante. G12: ejercicios de compresión axial isométrica en máquina (IAC). 4 ejercicios: press de pecho, press de pierna, tirón del núcleo y elevación vertical en el dispositivo bioDensity. Contracciones isométricas de 5 s a una intensidad de 80 a 85 1RM. 2 veces/semana, 30 minutos.	rutinas diarias habituales y se les pidió que se abstuvieran de realizar cualquier modalidad de ejercicio de los grupos intervención durante el periodo del estudio.		Inicio-8 meses	DMO CL-DMO fémur	DX A	DMO: MES G11 vs GC y CI2.	MES GI	x
Kemmler W, Kohl M, Fröhlich M, Jakob F, Engelke K, von Stengel S, et al. 2020 (31)	Alemania	ECA	43 hombres sedentarios con osteopenia u osteoporosis y sarcopenia	Entre 73-91 años	GI: 21. GC: 22	ejercicios HIT-RT: ejercicios de una sola serie con alta intensidad y esfuerzo de todos los grupos musculares mayores y menores. 2 veces/semana método nRM	su estilo de vida habitual.		inicio- 54 semanas	DMO-CL	DX A	DMO: MES GI	X	X
Jepsen DB, Ryg J, Hansen S, Jørgensen NR, Gram J, Masud T. 2019 (36)	Dinamarca	ECA	35 mujeres posmenopausicas con osteoporosis	53-81	GI:17. GC:18	teriparatida + terapia vibratoria de cuerpo entero (WBV). 3 sesiones a la semana 12 minutos.	Teriparatida 20 µg/día		Inicio, 6 meses, 12 meses	DMO	DX A	DMO: MES GI , pero mejoró en los dos grupos	x	x
Daly RM, Gianoudis J, Kersh ME, Bailey CA, Ebeling PR, Krug R, et al. 2020 (28)	Australia	ECA	162 adultos mayores con osteopenia y con mayor riesgo de caídas.	Mayores 60 años	GI: 82 GC:81	programa de ejercicios multicomponente (Osteo-cise) de entrenamiento de resistencia progresivas y con impacto, carga de peso y trabajo de equilibrio. 3 veces/semana 12-15 repeticiones 40-60% 1RM.	continuar con su vida diaria sin cambios.		Inicio, 12 meses, 18 meses	DMO	DX A	DMO: MES GI	x	x

Yu PA, Hsu WH, Hsu WB, Kuo LT, Lin ZR, Shen WJ, et al. 2019 (37)	Taiwan	Estudio intervención	80 mujeres posmenopausicas con osteopenia	entre 45-85 años	GI: 40 GC:40	danza aeróbica 3 veces/semana +medicación	Medicación		Inicio, 24 semanas	DMO	DX A	DMO fémur: MES GI, disminución GC. DMO columna: no DES entre grupos	No DES entre grupos	MES GI
Nawrat-Szołtysik AJ, Polak A, Małecki A, Piejko L, Grzybowska-Ganszczyk D, Kręcichwost M, et al. 2018 (38)	Polonia	ECA	91 mujeres con osteoporosis.	Entre 65-98 años	GI 1: 24. GI2: 23. GI3:21 GC: 23	GI 1: tto farma+ ejercicios de Sinaki modificado (calentamiento, estiramientos, isométricos y de resistencia corporal con banda elástica. 2 veces/semana. GI2: tto farmacológico+ marcha nórdica (marcha rápida con bastones, con una intensidad del 70% máximo de la FC, 2-3 km/hora. 30-45 minutos. 2 veces/semana. GI3: tto farmacológico+ marcha nórdica +ejercicios de Sinaki modificados. 4 veces a la semana.	tratamiento farmacológico		Inicio, 12 meses	DMO	DX A	DMO: Mejora GI1, GI2, GI3pero no ES.	x	x
Kim KH, Lee HB. 2019 (39)	Corea	Estudio intervención	19 mujeres con osteopenia sin actividad física previa	Mayores de 65 años	GI:9 GC: 10	circuito de ejercicios: estiramientos+ejercicios de fuerza de los principales grandes grupos musculares.	No información		Inicio, 8 semanas	DMO	DX A	DMO: MES GI	x	x

*abreviaturas:ECA: ensayo clínico aleatorizado; GI: grupo intervención; GC: grupo control; VP: variable principal; VS: variable secundaria; DES, diferencias estadísticamente significativas; MES: mejoras estadísticamente significativas; ES, estadísticamente significativas; DMO; Densidad Mineral Ósea; DXA: ; HiRIT, entrenamiento intensivo de resistencia; LipBE, ejercicio basado en Pilates de baja intensidad; CL, columna lumbar; BE, ejercicios Baduanjin; tto: tratamiento.

7.8 Metaanálisis

Se seleccionaron 3 de los 15 estudios para realizar el metaanálisis (25,29,30). Se analizó el efecto de la DMO en los estudios donde se realizó una intervención de ejercicio físico de alto impacto como grupo experimental y una intervención de ejercicio de bajo impacto tipo Pilates como grupo control. Los otros estudios fueron excluidos por presentar una metodología e intervención diferente. La calidad de los estudios fue débil en uno de los estudios (25), moderada en otro (30) y otro de calidad fuerte (29). A partir de los 3 estudios incluidos se observó un $p < 0,05$ (Figura 4).

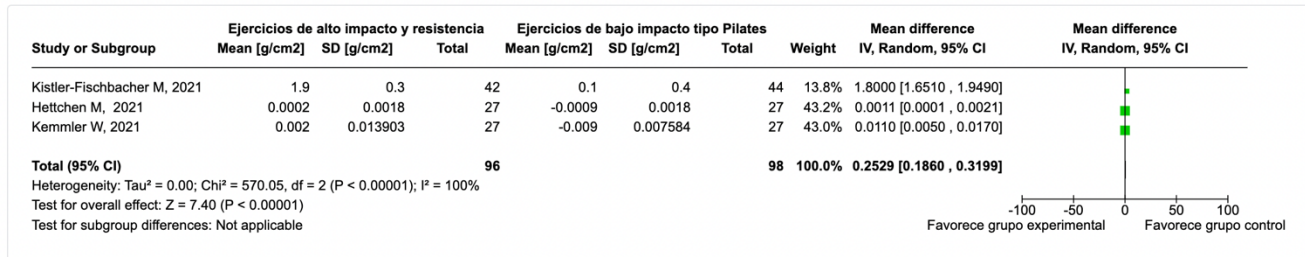


Figura 4. Gráfica de la efectividad DMO en ejercicios alto impacto y resistencia

8. DISCUSIÓN

La hipótesis de la presente revisión sistemática sugiere que las intervenciones de ejercicio físico son efectivas para mejorar la situación de osteopenia y osteoporosis. Después de realizar esta revisión podemos afirmar la hipótesis, pero especificando el tipo y la dosis de ejercicio.

La presente revisión sistemática incluyó 15 artículos basados en intervenciones de ejercicio físico a personas mayores de 50 años con situación de osteopenia y/o osteoporosis que viven en la comunidad. De los 15, 14 demostraron ser efectivos en la mejora de la DMO (25–31,33–39). Dentro de los 14 artículos, se encontraron diferentes intervenciones de ejercicio físico como ejercicios de alto impacto y resistencia, ejercicios de bajo impacto, ejercicios multicomponentes, marcha nórdica y danza aeróbica. Las intervenciones que han mostrado eficacia para mejorar la DMO han sido las de ejercicio físico de alto impacto y resistencia, la marcha nórdica a ritmo intenso y las intervenciones de ejercicio físico que incluyen trabajo de la fuerza y equilibrio con un mínimo de dos días por semana. No se ha visto mejora en las intervenciones de ejercicio de bajo impacto tipo Pilates, la inactividad física, los ejercicios realizados en plataforma vibratoria o los ejercicios realizados en máquina axial isométrica.

En la mayoría de los estudios incluidos en esta revisión, se evalúan los efectos de la DMO en el ejercicio de alto impacto versus ejercicio bajo impacto y rutina habitual (25–33) en mujeres y hombres en situación de osteopenia/osteoporosis confirmándose la creciente evidencia de que el entrenamiento de fuerza de intensidad moderada a alta proporciona un estímulo más potente en cuanto a la respuesta

osteogénica. Tal y como nombran *Kistler-Fischbacher M et al.* la respuesta ósea se relacionó positivamente con el peso levantado.

En otros estudios, en donde también se compara el ejercicio de alto impacto versus el de bajo impacto, y que no han podido ser incluidos en esta revisión por no cumplir criterio de osteopenia/osteoporosis, han evidenciado el efecto positivo del ejercicio de alto impacto sobre la DMO en mujeres posmenopáusicas (41,42). Esto nos lleva a pensar que es un tipo de ejercicio válido tanto para prevenir la osteoporosis en personas que se encuentren en riesgo de presentarla en un próximo futuro y también para tratar y mejorarla en pacientes que ya la tengan establecida.

En referencia a los ejercicios de alto impacto las mejoras de la DMO se han obtenido con resistencias entre 70-85% 1RM, y en cuanto a las repeticiones no podemos concluir ya que hay mucha variabilidad entre los estudios encontrando series de 5 y 5 repeticiones, 2 series de 12 repeticiones, 1 serie de 15 repeticiones, entre otras. En referencia a la frecuencia se realizaron intervenciones de 2/días semana o 3/días semana, por lo que podemos decir que un mínimo de 2 veces/semana es suficiente para obtener mejoras.

Otro dato importante para tener en cuenta es que las intervenciones de ejercicio físico combinadas con tratamiento farmacológico específico de la osteoporosis han mostrado mejoras más significativas de la DMO respecto a la intervención de ejercicio sin medicación (25,26,35,38). En los estudios donde se comparó dos intervenciones de ejercicio con o sin medicación, se obtuvieron mejoras de la DMO en los grupos donde la intervención era el ejercicio de alto impacto y en el grupo donde se realizó la intervención de alto impacto más la medicación antiresortiva, siendo las mejoras superiores en el grupo con ejercicio alto impacto + medicación (25,26). En otro estudio donde se comparó intervención con medicación versus solo medicación, la DMO mejoró en el grupo donde se combinaron los dos y disminuyó en el que solo se utilizó medicación (37), en cambio, en otro de los estudios mejoró tanto en el grupo de ejercicio + medicación como en el grupo donde solo se les dio medicación, aunque las mejoras fueron superiores en el grupo donde se combinaron los dos (36). En otros metaanálisis se han informado también de la influencia positiva de la medicación ósea sobre los efectos de los ejercicios (43). Entonces, podríamos decir que la combinación de ejercicio físico con tratamiento farmacológico de la osteoporosis es una buena opción terapéutica para mejorar la DMO.

Una de las intervenciones que se incluyen en esta revisión, es la terapia vibratoria de cuerpo entero (19, 28). Estudios en animales han demostrado que la terapia de vibración tiene efectos anabólicos sobre los huesos, en cambio en humanos, algunos estudios muestran efecto positivo en la DMO en la cadera o lumbar (44,45) mientras que otros no han mostrado efectos (46,47). Uno de los estudios incluidos (28) mostró mejoría significativa de la DMO en la columna lumbar con la realización de terapia

vibratoria 3 días/semana durante seis minutos y 12 meses de tratamiento, y mostró una mejora significativa de la DMO de la columna lumbar. En cambio, en otro estudio incluido (19) con la realización de ejercicios en plataforma vibratoria dos veces por semana durante 10 minutos y 12 meses no mostró cambios en la DMO respecto al inicio del estudio. Por tanto, no queda claro en esta revisión, el efecto de la terapia vibratoria en cuanto al efecto osteogénico.

Otra de las intervenciones de los estudios incluidos es la realización de danza aeróbica (30). La danza es un ejercicio de alta energía que mejora la resistencia cardiovascular, con impacto y trabajo del movimiento, equilibrio y agilidad. Consistió en la realización de danza aeróbica 3 veces/semana 60 minutos, durante 24 semanas y los resultados sugirieron una mejora de la DMO del cuello femoral. Otros estudios, también afirmaron el efecto positivo de la danza en la DMO (48,49). Así pues, podríamos decir que se trata de una intervención que podría mejorar la DMO y que aparte suele tener buena aceptación entre la población, sobre todo en gente mayor.

Por último, una de las intervenciones que han provocado mejoras en la DMO ha sido la marcha nórdica (31) e intensa (20). La marcha nórdica es una marcha que consiste en caminar con el uso de dos bastones, se trata de un ejercicio físico seguro y fácil de aprender y eficaz en enfermedades como el cáncer de mama (50), cardiovasculares (51) o envejecimiento (52). En el estudio incluido, la realizaron dos veces por semana en terreno llano durante 12 meses. Las sesiones duraban 60 minutos y se realizaban a una intensidad del 70% de la frecuencia cardiaca máxima y con una velocidad de la marcha de 2-3 km/hora. Se obtuvo un resultado de mejora de la DMO, pero sin ser significativa. Un estudio reciente mostró mejoras de la DMO en mujeres posmenopáusicas en situación de prediabetes con la realización de la marcha nórdica.(53).

En el otro estudio incluido (20), se evaluó la marcha a un ritmo intenso con impacto de bajo a moderado en una distancia de 6km en 1h, de tres a cinco veces por semana. Respecto la DMO, la mantuvieron, pero no la mejoraron. Por tanto, podemos concluir que se trata de una intervención segura y fácil de realizar que podría mejorar la DMO, pero no se puede afirmar puesto que no hay suficiente evidencia sobre ello, se requieren más estudios específicos sobre el papel de la marcha nórdica/intensa en el efecto de la DMO.

En cuanto a las diferencias de género, en dos de los artículos incluidos se realizaron exclusivamente en hombres (27,31) y en uno se estudió tanto en hombres como mujeres (28). Al igual que en los estudios realizados en mujeres, se obtuvo una mejora de la DMO en las intervenciones de ejercicio físico de alto impacto y resistencia. No se describieron diferencias importantes respecto al comportamiento en mujeres.

En referencia a los resultados del metaanálisis, estos muestran efectividad de las intervenciones del ejercicio de alto impacto y resistencia en la ganancia de DMO. Debido a que se trata de un metaanálisis con pocos estudios, la evidencia de la mejora significativa podría tener poca fiabilidad estadística.

8.1 Limitaciones y fortalezas del estudio

En esta revisión sistemática se deben considerar algunas limitaciones. En primer lugar, se han excluido muchos artículos por no cumplir los criterios de inclusión ya que se trataban de personas adultas postmenopáusicas, pero sin situación de osteopenia y osteoporosis o también por no analizar la DMO como variable y analizar otros parámetros como el dolor lumbar por fractura osteoporótica, la fuerza de extremidades, miedo a caer, entre otros. Otra de las limitaciones, es que hay variabilidad entre las intervenciones y de su metodología. También hay variabilidad de edad entre los participantes. La idea principal del estudio fue evaluar las intervenciones de ejercicio físico en mayores adultos de 65 años con situación de osteoporosis y osteopenia, pero debido a que la mayoría se realizaban a partir de los 45 años, decidimos incluir esa edad ya que también se realizaban a la población adulta mayor porque todos excepto dos (29,30) son sin límite de edad superior englobando también a la población adulta mayor de 65 años.

En tercer lugar, se encuentran estudios incluidos con calidad moderada-baja, siendo dos de calidad muy baja debido al sesgo de selección y de realización. Además, encontramos que no en todos los artículos se midió la DMO en la misma zona anatómica e incluso en alguno de los artículos se evaluó en dos o más zonas siendo difícil la comparación entre todos ellos. No obstante, en todos los artículos se midió la DMO con la prueba *Gold standard* DXA o DEXA (12). Por último, se trata de una revisión realizada por un investigador con poca experiencia en la investigación.

9. CONCLUSIÓN

Con los resultados obtenidos en esta revisión podemos concluir que las intervenciones de ejercicio físico son eficaces para prevenir y mejorar la osteopenia y osteoporosis, siendo la de más evidencia la intervención de ejercicio físico de alto impacto y resistencia por provocar una respuesta osteogénica mayor. Por tanto, se podría recomendar esta intervención con un mínimo de dos veces a la semana, con una resistencia entre el 70-85% 1RM y una duración mínima de 40 minutos.

Y en cuanto las variables secundarias, también hubo una mejora significativa del equilibrio en las intervenciones de alto impacto con ejercicios multicomponentes y la calidad de vida fue mayor en los grupos intervención.

Se requieren más ensayos de ejercicio, con calidad metodológica alta, que involucren a personas más mayores con osteoporosis avanzada y riesgo alto de fractura para comprobar que el efecto del ejercicio físico sea bueno y seguro como método de tratamiento.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Jeihooni AK, Rakhshani T, Khiyali Z, Ebrahimi MM, Harsini PA. The effect of educational intervention based on theory of planned behavior on behavioral responses of premenopausal women in prevention of osteoporosis. *BMC Womens Health*. 2022 Dec 1;22(1).
2. Chen M, Zhang Y, Zhang L, Wang L, Guo Q, Zhou H, et al. The Effect of Education Intervention on Osteoporotic Fracture and Bone Mineral Density in Elderly Women With Osteoporosis: A Randomized Controlled Trial. *Altern Ther Health Med*. 2022 Feb;28(2):89–95.
3. Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY, Scientific Advisory Board of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis (ESCEO) and the Committees of Scientific Advisors and National Societies of the International Osteoporosis Foundation (IOF). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2019 Jan;30(1):3–44.
4. Stanghelle B, Bentzen H, Giangregorio L, Pripp AH, Bergland A. Effect of a resistance and balance exercise programme for women with osteoporosis and vertebral fracture: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018 Apr 3;19(1):100.
5. Gibbs JC, McArthur C, Wark JD, Thabane L, Scherer SC, Prasad S, et al. The Effects of Home Exercise in Older Women With Vertebral Fractures: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Phys Ther*. 2020 Apr 17;100(4):662–76.
6. Willers C, Norton N, Harvey NC, Jacobson T, Johansson H, Lorentzon M, et al. Osteoporosis in Europe: a compendium of country-specific reports. *Arch Osteoporos*. 2022 Dec 1;17(1).
7. Imran M, Singh A, Bhardwaj A, Agrawal D. Prevalence of Osteoporosis and Associated Risk Factors among Postmenopausal Women: A Cross-Sectional Study from Northern India. *J Midlife Health*. 2022;13(3):206–12.
8. Hettchen M, von Stengel S, Kohl M, Murphy MH, Shojaa M, Ghasemikaram M, et al. Changes in Menopausal Risk Factors in Early Postmenopausal Osteopenic Women After 13 Months of High-Intensity Exercise: The Randomized Controlled ACTLIFE-RCT. *Clin Interv Aging*. 2021;16:83–96.
9. Muñoz-Torres M, De La Higuera M, Fernández-García D, Alonso G, Reyes R. Bone densitometry: Indications interpretation. Vol. 52, *Endocrinología y Nutrición*. Ediciones Doyma, S.L.; 2005. p. 224–7.
10. Daly RM, Dalla Via J, Duckham RL, Fraser SF, Helge EW. Exercise for the prevention of osteoporosis in postmenopausal women: an evidence-based guide to the optimal prescription. *Braz J Phys Ther*. 2019;23(2):170–80.

11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. Vol. 372, The BMJ. BMJ Publishing Group; 2021.
12. Blake GM, Fogelman I. Technical principles of dual energy X-ray absorptiometry. *Semin Nucl Med.* 1997 Jul;27(3):210–28.
13. Huang ML, Hsieh TJ, Lin SS, Huang WC. Spine trabecular bone scores and bone mineral density of postmenopausal Taiwanese women. *Menopause.* 2022 Nov;29(11):1308–14.
14. Muñoz-Torres M, De La Higuera M, Fernández-García D, Alonso G, Reyes R. Bone densitometry: Indications interpretation. Vol. 52, *Endocrinología y Nutrición.* Ediciones Doyma, S.L.; 2005. p. 224–7.
15. Reguera García MM. Estudio de la fiabilidad Test-Retest de las evaluaciones oscilométricas y su relación las pruebas indirectas del equilibrio = A study of the Test-Retest reliability of oscilometric evaluations and their relationship to indirect balance test. Universidad de León; 2017.
16. Ugarte LL. J, Vargas R. F, Ugarte LL. J, Vargas R. F. Sensibilidad y especificidad de la prueba Timed Up and Go. Tiempos de corte y edad en adultos mayores. *Rev Med Chil [Internet].* 2021 Sep [cited 2023 Jun 2];149(9):1302–10. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872021000901302&lng=en&nrm=iso&tng=en
17. Nightingale CJ, Mitchell SN, Butterfield SA. Validation of the Timed Up and Go Test for Assessing Balance Variables in Adults Aged 65 and Older. *J Aging Phys Act.* 2019 Apr;27(2):230–3.
18. Aslankhani MA, Farsi A, Fathirezaie Z, Zamani Sani SH, Aghdasi MT. Validity and Reliability of the Timed Up and Go and the Anterior Functional Reach Tests in Evaluating Fall Risk in the Elderly. *Iranian Journal of Ageing [Internet].* 2015 [cited 2023 Jun 2];10(1):16–25. Available from: <http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-720-en.html>
19. Miranda-Cantellops N, Tiu TK. Berg Balance Testing. 2023.
20. Michikawa T, Nishiwaki Y, Takebayashi T, Toyama Y. One-leg standing test for elderly populations. *Journal of Orthopaedic Science.* 2009 Sep;14(5):675–85.
21. Muñoz-Bermejo L, Adsuar JC, Mendoza-Muñoz M, Barrios-Fernández S, Garcia-Gordillo MA, Pérez-Gómez J, et al. Test-Retest Reliability of Five Times Sit to Stand Test (FTSST) in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biology (Basel).* 2021 Jun 9;10(6):510.
22. Chou CH, Hwang CL, Wu YT. Effect of Exercise on Physical Function, Daily Living Activities, and Quality of Life in the Frail Older Adults: A Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012 Feb;93(2):237–44.
23. Açma A, Carrat F, Hejblum G. Comparing SF-36 Scores Collected Through Web-Based Questionnaire Self-completions and Telephone Interviews: An Ancillary Study of the SENTIPAT Multicenter Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res.* 2022 Mar 10;24(3):e29009.

24. Stanghelle B, Bentzen H, Giangregorio L, Pripp AH, Skelton DA, Bergland A. 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 randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Dec 18;21(1):471.
25. Kistler-Fischbacher M, Yong JS, Weeks BK, Beck BR. A Comparison of Bone-Targeted Exercise With and Without Antiresorptive Bone Medication to Reduce Indices of Fracture Risk in Postmenopausal Women With Low Bone Mass: The <sc>MEDEX-OP</sc> Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2021 Sep 25;36(9):1680–93.
26. Kistler-Fischbacher M, Yong JS, Weeks BK, Beck BR. High-Intensity Exercise and Geometric Indices of Hip Bone Strength in Postmenopausal Women on or off Bone Medication: The MEDEX-OP Randomised Controlled Trial. *Calcif Tissue Int*. 2022 Jun 12;111(3):256–66.
27. Harding AT, Weeks BK, Lambert C, Watson SL, Weis LJ, Beck BR. A Comparison of Bone-Targeted Exercise Strategies to Reduce Fracture Risk in Middle-Aged and Older Men with Osteopenia and Osteoporosis: <sc>LIFTMOR-M</sc> Semi-Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2020 Aug 30;35(8):1404–14.
28. Daly RM, Gianoudis J, Kersh ME, Bailey CA, Ebeling PR, Krug R, et al. Effects of a 12-Month Supervised, Community-Based, Multimodal Exercise Program Followed by a 6-Month Research-to-Practice Transition on Bone Mineral Density, Trabecular Microarchitecture, and Physical Function in Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2020 Mar 24;35(3):419–29.
29. Hettchen M, von Stengel S, Kohl M, Murphy MH, Shojaa M, Ghasemikaram M, et al. Changes in Menopausal Risk Factors in Early Postmenopausal Osteopenic Women After 13 Months of High-Intensity Exercise: The Randomized Controlled ACTLIFE-RCT. *Clin Interv Aging*. 2021 Jan;Volume 16:83–96.
30. Kemmler W, Hettchen M, Kohl M, Murphy M, Bragonzoni L, Julin M, et al. Detraining Effects on Musculoskeletal Parameters in Early Postmenopausal Osteopenic Women: 3-Month Follow-Up of the Randomized Controlled ACTLIFE Study. *Calcif Tissue Int*. 2021 Jul 12;109(1):1–11.
31. Kemmler W, Kohl M, Fröhlich M, Jakob F, Engelke K, Stengel S, et al. 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 (<sc>FrOST</sc>). *Journal of Bone and Mineral Research*. 2020 Sep 28;35(9):1634–44.
32. Kienberger Y, Sassmann R, Rieder F, Johansson T, Kässmann H, Pirich C, et al. Effects of whole body vibration in postmenopausal osteopenic women on bone mineral density, muscle strength,

- postural control and quality of life: the T-bone randomized trial. *Eur J Appl Physiol*. 2022 Nov 21;122(11):2331–42.
33. García-Gomariz C, Igual-Camacho C, Sanchís-Sales E, Hernández-Guillén D, Blasco JM. Effects of Three Interventions Combining Impact or Walking at Intense Pace Training, with or without Calcium and Vitamin Supplements, to Manage Postmenopausal Women with Osteopenia and Osteoporosis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Sep 7;19(18):11215.
 34. Holubiac I Ștefan, Leuciuc FV, Crăciun DM, Dobrescu T. Effect of Strength Training Protocol on Bone Mineral Density for Postmenopausal Women with Osteopenia/Osteoporosis Assessed by Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DEXA). *Sensors*. 2022 Feb 28;22(5):1904.
 35. Li K, Yu H, Lin X, Su Y, Gao L, Song M, et al. The Effects of Er Xian Decoction Combined with Baduanjin Exercise on Bone Mineral Density, Lower Limb Balance Function, and Mental Health in Women with Postmenopausal Osteoporosis: A Randomized Controlled Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022 Jun 30;2022:1–13.
 36. Jepsen DB, Ryg J, Hansen S, Jørgensen NR, Gram J, Masud T. The combined effect of Parathyroid hormone (1–34) and whole-body Vibration exercise in the treatment of postmenopausal Osteoporosis (PaVOS study): a randomized controlled trial. *Osteoporosis International*. 2019 Sep 15;30(9):1827–36.
 37. Yu PA, Hsu WH, Hsu WB, Kuo LT, Lin ZR, Shen WJ, et al. The effects of high impact exercise intervention on bone mineral density, physical fitness, and quality of life in postmenopausal women with osteopenia. *Medicine*. 2019 Mar;98(11):e14898.
 38. Nawrat-Szołtysik A, Polak A, Małecki A, Piejko L, Grzybowska-Ganszczyk D, Kręcichwost M, et al. Effect of physical activity on the sequelae of osteoporosis in female residents of residential care facilities. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2018 May 31;27(5):633–42.
 39. Kim KH, Lee HB. Effects of circuit training interventions on bone metabolism markers and bone density of old women with osteopenia. *J Exerc Rehabil*. 2019 Apr 26;15(2):302–7.
 40. Liu YL, Hsu JT, Shih TY, Luzhbin D, Tu CY, Wu J. Quantification of Volumetric Bone Mineral Density of Proximal Femurs Using a Two-Compartment Model and Computed Tomography Images. *Biomed Res Int*. 2018;2018:1–8.
 41. Riaz H, Babur MN, Farooq A. 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. *J Pak Med Assoc*. 2022 May 20;
 42. Gonzalo-Encabo P, McNeil J, Boyne DJ, Courneya KS, Friedenreich CM. Dose-response effects of exercise on bone mineral density and content in post-menopausal women. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Aug 23;29(8):1121–9.

43. Zhao R, Xu Z, Zhao M. Antiresorptive Agents Increase the Effects of Exercise on Preventing Postmenopausal Bone Loss in Women: A Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015 Jan 23;10(1):e0116729.
44. de Oliveira LC, de Oliveira RG, de Almeida Pires-Oliveira DA. Effects of Whole-Body Vibration Versus Pilates Exercise on Bone Mineral Density in Postmenopausal Women: A Randomized and Controlled Clinical Trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2019 Apr;42(2):E23–31.
45. Lee MC, Lai CL, Tseng SY, Chen CN, Liao WC, Wang CH, et al. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Clin Interv Aging*. 2013 Dec;1603.
46. Gómez-Cabello A, González-Agüero A, Morales S, Ara I, Casajús JA, Vicente-Rodríguez G. Effects of a short-term whole body vibration intervention on bone mass and structure in elderly people. *J Sci Med Sport*. 2014 Mar;17(2):160–4.
47. Kiel DP, Hannan MT, Barton BA, Bouxsein ML, Sisson E, Lang T, et al. Low-Magnitude Mechanical Stimulation to Improve Bone Density in Persons of Advanced Age: A Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2015 Jul;30(7):1319–28.
48. Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Väänänen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporosis International*. 2006 Jan 12;17(1):109–18.
49. Kelley GA, Kelley KS, Kohrt WM. Effects of ground and joint reaction force exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012 Dec 20;13(1):177.
50. Sánchez-Lastra MA, Torres J, Martínez-Lemos I, Ayán C. Nordic walking for women with breast cancer: A systematic review. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2019 Nov;28(6).
51. Cugusi L, Manca A, Yeo TJ, Bassareo PP, Mercuro G, Kaski JC. Nordic walking for individuals with cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Prev Cardiol*. 2017 Dec 25;24(18):1938–55.
52. Cugusi L, Manca A, Dragone D, Deriu F, Solla P, Secci C, et al. Nordic Walking for the Management of People With Parkinson Disease: A Systematic Review. *PM&R*. 2017 Nov;9(11):1157–66.
53. Du X, Zhang C, Zhang X, Qi Z, Cheng S, Le S. The Impact of Nordic Walking on Bone Properties in Postmenopausal Women with Pre-Diabetes and Non-Alcohol Fatty Liver Disease. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jul 16;18(14):7570.

11. ANEXOS

11.1 Anexo 1

Tabla 1
Lista de verificación PRISMA 2020

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
TÍTULO			
Título	1	Identifique la publicación como una revisión sistemática.	1
RESUMEN			
Resumen estructurado	2	Vea la lista de verificación para resúmenes estructurados de la declaración PRISMA 2020 (tabla 2).	3-4
INTRODUCCIÓN			
Justificación	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto del conocimiento existente.	6
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de los objetivos o las preguntas que aborda la revisión.	7
MÉTODOS			
Criterios de elegibilidad	5	Especifique los criterios de inclusión y exclusión de la revisión y cómo se agruparon los estudios para la síntesis.	8
Fuentes de información	6	Especifique todas las bases de datos, registros, sitios web, organizaciones, listas de referencias y otros recursos de búsqueda o consulta para identificar los estudios. Especifique la fecha en la que cada recurso se buscó o consultó por última vez.	7
Estrategia de búsqueda	7	Presente las estrategias de búsqueda completas de todas las bases de datos, registros y sitios web, incluyendo cualquier filtro y los límites utilizados.	7-8
Proceso de selección de los estudios	8	Especifique los métodos utilizados para decidir si un estudio cumple con los criterios de inclusión de la revisión, incluyendo cuántos autores de la revisión cribaron cada registro y cada publicación recuperada, si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	9
Proceso de extracción de los datos	9	Indique los métodos utilizados para extraer los datos de los informes o publicaciones, incluyendo cuántos revisores recopilaban datos de cada publicación, si trabajaron de manera independiente, los procesos para obtener o confirmar los datos por parte de los investigadores del estudio y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	10
Lista de los datos	10a	Enumere y defina todos los desenlaces para los que se buscaron los datos. Especifique si se buscaron todos los resultados compatibles con cada dominio del desenlace (por ejemplo, para todas las escalas de medida, puntos temporales, análisis) y, de no ser así, los métodos utilizados para decidir los resultados que se debían recoger.	9-10
	10b	Enumere y defina todas las demás variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, características de los participantes y de la intervención, fuentes de financiación). Describa todos los supuestos formulados sobre cualquier información ausente (<i>missing</i>) o incierta.	9-10
Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales	11	Especifique los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, incluyendo detalles de las herramientas utilizadas, cuántos autores de la revisión evaluaron cada estudio y si trabajaron de manera independiente y, si procede, los detalles de las herramientas de automatización utilizadas en el proceso.	10
Medidas del efecto	12	Especifique, para cada desenlace, las medidas del efecto (por ejemplo, razón de riesgos, diferencia de medias) utilizadas en la síntesis o presentación de los resultados.	11
Métodos de síntesis	13a	Describa el proceso utilizado para decidir qué estudios eran elegibles para cada síntesis (por ejemplo, tabulando las características de los estudios de intervención y comparándolas con los grupos previstos para cada síntesis (ítem n.º 5).	11
	13b	Describa cualquier método requerido para preparar los datos para su presentación o síntesis, tales como el manejo de los datos perdidos en los estadísticos de resumen o las conversiones de datos.	
	13c	Describa los métodos utilizados para tabular o presentar visualmente los resultados de los estudios individuales y su síntesis.	
	13d	Describa los métodos utilizados para sintetizar los resultados y justifique sus elecciones. Si se ha realizado un metanálisis, describa los modelos, los métodos para identificar la presencia y el alcance de la heterogeneidad estadística, y los programas informáticos utilizados.	
	13e	Describa los métodos utilizados para explorar las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios (por ejemplo, análisis de subgrupos, metarregresión).	
	13f	Describa los análisis de sensibilidad que se hayan realizado para evaluar la robustez de los resultados de la síntesis.	

Tabla 1 (Continuación)
Lista de verificación PRISMA 2020

Sección/tema	Ítem n.º	Ítem de la lista de verificación	Localización del ítem en la publicación
Evaluación del sesgo en la publicación	14	Describe los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo debido a resultados faltantes en una síntesis (derivados de los sesgos en las publicaciones).	10
Evaluación de la certeza de la evidencia	15	Describe los métodos utilizados para evaluar la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace.	
RESULTADOS			
Selección de los estudios	16a	Describe los resultados de los procesos de búsqueda y selección, desde el número de registros identificados en la búsqueda hasta el número de estudios incluidos en la revisión, idealmente utilizando un diagrama de flujo (ver figura 1).	11
	16b	Cite los estudios que aparentemente cumplían con los criterios de inclusión, pero que fueron excluidos, y explique por qué fueron excluidos.	
Características de los estudios	17	Cite cada estudio incluido y presente sus características.	12
Riesgo de sesgo de los estudios individuales	18	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo para cada uno de los estudios incluidos.	13
Resultados de los estudios individuales	19	Presente, para todos los desenlaces y para cada estudio: a) los estadísticos de resumen para cada grupo (si procede) y b) la estimación del efecto y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza), idealmente utilizando tablas estructuradas o gráficos.	14-20
Resultados de la síntesis	20a	Para cada síntesis, resuma brevemente las características y el riesgo de sesgo entre los estudios contribuyentes.	21
	20b	Presente los resultados de todas las síntesis estadísticas realizadas. Si se ha realizado un metanálisis, presente para cada uno de ellos el estimador de resumen y su precisión (por ejemplo, intervalo de credibilidad o de confianza) y las medidas de heterogeneidad estadística. Si se comparan grupos, describa la dirección del efecto.	
	20c	Presente los resultados de todas las investigaciones sobre las posibles causas de heterogeneidad entre los resultados de los estudios.	
	20d	Presente los resultados de todos los análisis de sensibilidad realizados para evaluar la robustez de los resultados sintetizados.	
Sesgos en la publicación	21	Presente las evaluaciones del riesgo de sesgo debido a resultados faltantes (derivados de los sesgos de en las publicaciones) para cada síntesis evaluada.	
Certeza de la evidencia	22	Presente las evaluaciones de la certeza (o confianza) en el cuerpo de la evidencia para cada desenlace evaluado.	
DISCUSIÓN			
Discusión	23a	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras evidencias.	21-24
	23b	Argumente las limitaciones de la evidencia incluida en la revisión.	
	23c	Argumente las limitaciones de los procesos de revisión utilizados.	
	23d	Argumente las implicaciones de los resultados para la práctica, las políticas y las futuras investigaciones.	
OTRA INFORMACIÓN			
Registro y protocolo	24a	Proporcione la información del registro de la revisión, incluyendo el nombre y el número de registro, o declare que la revisión no ha sido registrada.	
	24b	Indique dónde se puede acceder al protocolo, o declare que no se ha redactado ningún protocolo.	
	24c	Describe y explique cualquier enmienda a la información proporcionada en el registro o en el protocolo.	
Financiación	25	Describe las fuentes de apoyo financiero o no financiero para la revisión y el papel de los financiadores o patrocinadores en la revisión.	
Conflicto de intereses	26	Declare los conflictos de intereses de los autores de la revisión.	
Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales	27	Especifique qué elementos de los que se indican a continuación están disponibles al público y dónde se pueden encontrar: plantillas de formularios de extracción de datos, datos extraídos de los estudios incluidos, datos utilizados para todos los análisis, código de análisis, cualquier otro material utilizado en la revisión.	