



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES**  
**UNIDAD LEÓN**

---

---

**TEMA:**

**EJERCICIO DE FUERZA COMO ESTRATEGIA DE  
TRATAMIENTO EN PERSONAS MAYORES CON  
OSTEOPOROSIS: REVISION BIBLIOGRAFICA.**

**MODALIDAD DE TITULACIÓN:**

**DIPLOMADO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**LICENCIADO EN FISIOTERAPIA**

**P R E S E N T A:**

**MIGUEL ANGEL ZAVALA VALDIVIA**

**TUTOR:**

**MTRO. DIEGO YEPEZ QUIROZ**

**ASESOR:**

**DR. MAURICIO ALBERTO RAVELO IZQUIERDO**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	4
DEDICATORIAS.....	4
RESUMEN.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Osteoporosis.....	8
2.1.1 Fisiopatología.....	9
2.1.2 Factores de riesgo.....	10
2.1.3 Epidemiología y Prevalencia mundial y en México.....	11
2.1.4 Cuadro clínico.....	12
2.1.5 Diagnóstico.....	12
2.1.6 Prevención.....	13
2.1.7 Tratamiento.....	14
2.1.8 Osteoporosis en el hombre.....	15
2.2 Actividad Física.....	16
2.3 Ejercicio.....	17
2.3.1 Recomendaciones.....	17
2.3.2 Beneficios.....	17
2.3.3 Tipos de ejercicio de resistencia.....	18
2.3.4 Prescripción del ejercicio.....	19
2.3.5 Gimnasios.....	20
2.4 Actividad física en Adultos Mayores.....	21
2.4.1 Efectos de la actividad física en Adultos Mayores.....	21
2.4.2 Recomendaciones generales de ejercicio en Adultos Mayores.....	21
2.4.3 Recomendaciones de ejercicio de fuerza en Adultos Mayores.....	22
2.5 Ejercicio y Sistema Óseo.....	24
3. OBJETIVOS.....	27
3.1 Objetivo principal.....	27
3.2 Objetivos específicos.....	27

<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
4.1 Protocolo y registros .....	27
4.2 Criterios de elegibilidad.....	27
4.3 Fuentes de información.....	27
4.4 Búsqueda .....	27
4.5 Selección de fuentes de evidencia .....	28
4.6 Gráficos de datos. ....	28
4.7 Extracción de datos .....	28
4.8 Evaluación crítica de fuentes individuales de evidencia .....	28
4.9 Síntesis de resultados .....	28
4.10 Selección de fuentes de evidencia .....	28
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
5.1 Ejercicio en la Osteoporosis .....	42
5.2 Entrenamiento de fuerza en Osteoporosis.....	42
5.3 Ejercicios, su dosificación y eficacia .....	43
5.4 Beneficios secundarios .....	47
5.5 Recomendaciones.....	48
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>7. REFERENCIAS .....</b>	<b>50</b>

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de crecer académica y personalmente, con todo el apoyo y conocimiento que transmite. Es un sueño y un orgullo poder formar parte de esta comunidad. Siempre seré puma.

A la ENES Unidad León, por ser mi segunda casa, la cual me dio todo, ya que aquí fue el lugar donde pase el mayor tiempo estudiando, aprendiendo, riendo, conociendo, practicando y descubriendo.

A la clínica de Fisioterapia, porque sin ella no habría podido crecer profesionalmente. Lugar donde también conocí a grandes profesores, que creyeron en mí y además me apoyaron en este camino y aprendizaje constante, no solo de lo académico sino de la vida también.

Por último, pero no menos importante quiero agradecer a los que coordinan todo el sistema y administración de la UNAM, porque de ellos depende la educación de miles de alumnos donde me incluyo y que sin ellos no sería posible el crecimiento de cada uno.

## **DEDICATORIAS**

A mis papás Sergio y Angelica, por su apoyo incondicional durante tantos años de vida como estudiante, porque sin ustedes no sería posible este logro tan importante. Ya que ustedes me motivaban, ayudaban y corregían cuando era necesario. Gracias por todo el trabajo que realizaba cada uno para que yo pudiera sobresalir.

A toda mi familia, a los que están presentes y a los que partieron durante el camino, porque cada uno me aportó diferentes aspectos en mi vida para poder ser la persona que ahora soy.

A ti Karla, por todo el apoyo que me ofreciste, mental y académicamente en este proceso y en muchos más, también por ayudarme a ser mejor cada día y superarme en todos los aspectos. Por enseñarme con tu ejemplo a como ser excelente. Te agradezco por esto y mucho más.

A mis amigos, Leo, Jimmy, Charly, Alex, Edna y Noah, por todas las risas, anécdotas, reuniones y demás que me ayudaban a distraer, divertirme y disfrutar de esta etapa, porque no hubiera sido lo mismo para poder sobrellevar todo esto sin ustedes.

# EJERCICIO DE FUERZA COMO ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO EN PERSONAS MAYORES CON OSTEOPOROSIS: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

## RESUMEN

**Introducción:** La osteoporosis es una enfermedad crónica demasiado común en México, afectando a más de 10 millones de personas. Esta afección debilita los huesos, haciéndolos porosos y frágiles, lo que aumenta significativamente el riesgo de fracturas. A partir de los 20 años, el proceso de renovación ósea disminuye, y la mayoría alcanza su máxima densidad ósea a los 30 años. Con el tiempo, la pérdida ósea supera la formación. Al igual que la edad avanzada, otros factores de riesgo Engloban dificultades tiroideas, desajustes en las hormonas, niveles bajos de calcio, empleo prolongado de corticosteroides, inactividad física, exceso en el consumo de alcohol y hábito de fumar. **Objetivos:** El objetivo de esta revisión es conocer la efectividad del ejercicio de fuerza como estrategia del tratamiento en la osteoporosis de personas mayores, además de proporcionar información acerca de las recomendaciones del ejercicio en las fuentes revisadas. **Metodología:** Para realizar esta revisión bibliográfica se utilizó la metodología “PRISMA for scooping review”, donde se consultaron las bases de datos ScienceDirect, PubMed, PEDro y Cochrane, posterior se realizó la búsqueda en cada una de ellas con la combinación de palabras Osteoporosis AND elderly AND resistance training AND muscle strength; así como también en español, aplicando filtro de 10 años de antigüedad y que fuera cualquier fuente de información oficial, posterior se leyeron los títulos y se seleccionaron los que contenían la mayoría de las palabras clave. Los seleccionados pasaron a un siguiente análisis de resumen/abstract dónde debía que contener información de adultos mayores de 60 años, que presentaran osteoporosis y que realizaran ejercicio de fuerza o resistencia a manera de tratamiento. Donde se excluían los que no tuvieran esta información en específico. Teniendo así de cada base de datos las fuentes seleccionadas, donde se vaciaron en una lista y se organizaron alfabéticamente y se eliminaron las fuentes duplicadas. **Resultados:** Al realizar la investigación se encontró que la masa ósea responde a las tensiones mecánicas, con los osteocitos detectando estas fuerzas. Estos osteocitos desempeñan un papel clave al convertir las fuerzas mecánicas en señales bioquímicas a través de la mecanotransducción, principalmente a través de la contracción muscular. Las fuerzas que impactan en el hueso provienen en su mayoría de la acción muscular, en lugar de la gravedad. Esto crea una correlación entre la masa y la fuerza muscular y la fortaleza ósea. Además, el principio de sobrecarga progresiva se utiliza al entrenar para aumentar la masa ósea, ya que el hueso responde de manera positiva a las fuerzas mecánicas. Este enfoque implica aumentar gradualmente las demandas sobre la musculatura ejercitada, evitando que las fuerzas alcancen niveles críticos que puedan aumentar el riesgo de fracturas debido a la fatiga estructural del hueso. **Conclusión:** En resumen, la mayoría de las fuentes de información sobre la osteoporosis en personas mayores sugieren un enfoque no farmacológico que implica un cambio en el estilo de vida, especialmente en la actividad física. Este cambio no solo se trata de aumentar la actividad física, sino de seguir un estricto programa de ejercicios de fuerza como alternativa, para mantener y aumentar la densidad mineral ósea en personas mayores con osteoporosis. La investigación respalda esta estrategia como viable, objetiva y replicable, ya que se puede llevar a cabo en gimnasios donde los equipos suelen ser iguales en su mayoría.

**Palabras clave:** osteoporosis, adulto mayor, entrenamiento de resistencia, fuerza muscular.

# 1. INTRODUCCIÓN

En las personas mayores existen muchas enfermedades que afectan la calidad de vida y lograr la esperanza de vida deseada. Entre ellos se encuentra la osteoporosis, cuya prevalencia es alta a nivel mundial y en México. (1)

La osteoporosis, una enfermedad crónica prevalente en México con más de 10 millones de afectados, provoca que los huesos se tornen porosos y frágiles, aumentando significativamente el riesgo de fracturas. Aunque el hueso se renueva permanentemente, este proceso se vuelve más lento después de los 20 años, y la mayoría alcanza su pico de DMO (densidad mineral ósea) a los 30 años. Aunque con el paso de los años, la pérdida de masa ósea supera la formación, contribuyendo a la fragilidad ósea.

Aparte de la edad, hay otros elementos que pueden incrementar la probabilidad de sufrir osteoporosis, tales como trastornos tiroideos, falta de equilibrio en ciertas hormonas, hipocalcemia, empleo crónico de corticosteroides, inactividad física, alcoholismo y fumar constantemente. En resumen, varios factores, además de la edad, contribuyen al riesgo de desarrollar esta enfermedad ósea. (2)

Los estilos de vida sedentarios y físicamente inactivos son generalmente globales y se relacionan con una amplia gama de enfermedades crónico-degenerativas y muerte temprana. El interés en el comportamiento sedentario está respaldado por la evidencia en aumento entre este comportamiento y las tasas de obesidad, diabetes y enfermedades crónico-degenerativas como lo es el Alzheimer, cáncer, artritis, EPOC y la osteoporosis están aumentando. A lo largo de la historia se ha sabido que la inactividad es mala para la salud, pero en la actualidad casi un 33% de la humanidad se encuentra inactiva, lo que supone un grave desafío en la salud de la sociedad. (3)

Esta falta de actividad física y sus consecuencias son estimuladas, entre otras cosas, por las realidades de la vida en las sociedades urbanas e industrializadas; y vale la pena señalar que lo es en diferentes momentos del día; cuando nos subimos a nuestro automóvil, autobús u otro vehículo nos ayudará a llegar a tiempo al trabajo, cuando el elevador nos lleva a la oficina, realizar la mayoría de nuestro trabajo en computadora y algunas actividades sedentarias que son necesarias para sobrevivir. El sedentarismo, el estrés y otras condiciones de riesgo de enfermedades coronarias como la obesidad, la dislipidemia, tensión arterial alta, la diabetes y la osteoporosis, pueden ayudar a controlarse mediante el ejercicio físico regular. (4)

Realizar actividad física es uno de los elementos esenciales en la promoción de la salud. Realizarla de manera habitual posibilita inducir cambios en distintos sistemas del cuerpo, como el cardiovascular y el musculoesquelético. Los resultados de estos ajustes son los efectos positivos que se obtienen. Se ha relacionado la práctica del ejercicio con ventajas en términos físicos, mentales y sociales, en individuos de todas las edades: desde niños hasta adultos mayores; ya sean personas en buen estado de salud o aquejadas por enfermedades; tanto en entornos educativos como laborales. Entre los beneficios primordiales que se han señalado se encuentran la reducción del peso corporal, reducción de probabilidades de enfermedades cardíacas, el fortalecimiento de la resistencia física, el aumento de la autoestima, la gestión del estrés, la reducción de la probabilidad de ciertos tipos de cáncer y la reducción de los costos de atención médica. Para experimentar estos beneficios en la salud, es esencial llevar a cabo el ejercicio de forma constante. (5)

La sugerencia es realizar este tipo de actividad física mediante la combinación de ejercicios cardiorrespiratorios y de fuerza que se trabajen contrarresistencia, ya que esto contribuye a mitigar la disminución en la DMO. Además, otras prácticas "funcionales" en el programa de ejercicio, son ejercicios para la flexibilidad, el equilibrio y la fuerza contrarresistencia, deberían tener el propósito de prevención de caídas y disminuir el peligro de fracturas óseas. El entrenamiento que implica esfuerzo con carga contra resistencia (durante 30 minutos al día) incrementan de manera moderada

la densidad mineral en el eje óseo (entre un 1 % y un 3 % al año), lo cual es especialmente relevante durante los primeros veinte años de la vida. (1)

El ejercicio entre las personas mayores tiene como objetivo contrarrestar la declinación en capacidades como fuerza y elasticidad muscular, estabilidad y coordinación. Asimismo, contribuye a reducir la incidencia de enfermedades crónicas como las cardiovasculares, la diabetes, la osteoporosis y la obesidad, mientras eleva la autoestima, disminuye la depresión y combate la soledad. También impacta positivamente en el entorno del hogar, al tiempo que mitiga los problemas de comportamiento y promueve el bienestar general. Investigaciones científicas diversas respaldan la idea de que, a partir de los 30 años, inicia un proceso de decrecimiento en la masa muscular y la densidad mineral ósea. (4)

Es aconsejable adoptar modificaciones en la dieta, participar en actividades físicas y fomentar un modo de vida que promueva la salud, con el propósito de reducir las posibilidades de contraer la enfermedad o, como mínimo, disminuir sus posibles complicaciones. (1)

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Osteoporosis

Nuestro sistema esquelético es un tejido en constante actividad, compuesto por células, vasos sanguíneos, proteínas y minerales. Al nacer, contamos con alrededor de 300 huesos que gradualmente se transforman en huesos densos durante la infancia y la adolescencia, resultando en un total de 206 huesos en el esqueleto adulto debido a la fusión de algunos durante el desarrollo. A lo largo de la vida, tanto el tamaño como la cantidad de hueso en nuestro esqueleto experimentan cambios significativos. La máxima densidad ósea se alcanza en torno a los veintitantos años, tanto para hombres como mujeres. Tras ese punto, en los hombres, se observa un descenso gradual que continúa a lo largo del envejecimiento, mientras que en las mujeres se da una etapa de estabilidad seguida por una pérdida ósea acelerada durante varios años después de la menopausia. En diversas etapas de la vida, se establecen metas generales para garantizar una salud ósea óptima. Esto implica lograr el máximo potencial genético de DMO en niños y adolescentes, prevenir la pérdida temprana de masa ósea y mantener un esqueleto saludable en adultos, así como anticipar y abordar la osteoporosis en personas mayores. (5)

La osteoporosis es un trastorno del sistema óseo que se define por una reducción en la fortaleza de los huesos, lo cual aumenta la susceptibilidad a sufrir fracturas. En situaciones más serias, estas fracturas pueden tener implicaciones graves, ya que conllevan a la pérdida de autonomía y, por lo tanto, a una merma en la calidad de vida. (6)

La osteoporosis (OP) se define como un problema generalizado del sistema óseo, marcado por la reducción de la densidad ósea y la degradación de la estructura microscópica del tejido óseo. Esto resulta en una mayor fragilidad ósea y un aumento en la vulnerabilidad a fracturas.

La osteoporosis se divide en dos categorías principales: Primaria y Secundaria:

Primaria: Esta categoría se caracteriza por la ausencia de una enfermedad directamente atribuible a la pérdida ósea. A su vez, se subdivide en dos tipos:

- Osteoporosis postmenopáusica: Afecta a mujeres postmenopáusicas, manifestándose como una pérdida rápida y acelerada de masa ósea, especialmente del tipo trabecular con alta actividad de remodelado óseo.
- Osteoporosis senil: Afecta a individuos de ambos sexos en edades avanzadas y resulta del proceso natural de envejecimiento que lleva a un remodelado óseo reducido, lo que resulta en pérdida de masa ósea. Esta pérdida se ve agravada por factores como deficiencia de vitamina D, falta de actividad física e inmovilización. Con relación a la edad, el incremento en la velocidad de pérdida ósea, así como las dimensiones y la estructura ósea, evolucionan con el paso de los años, lo cual justifica el incremento de la probabilidad de sufrir fracturas y también las disparidades entre hombres y mujeres. La disminución de la densidad mineral ósea volumétrica trabecular (DMOv) comienza en hombres y mujeres previo a los 50 años y persiste a lo largo de la vida, con un incremento en las mujeres durante la menopausia y en los hombres posterior a los 50 años de edad. La reducción de la DMOv cortical empieza después y se intensifica especialmente después de los 75 años en los hombres. (7)

Secundaria: En esta categoría se conoce la causa subyacente de la osteoporosis, que es resultado o manifestación de otras enfermedades o sus tratamientos. los factores que provocan la osteoporosis secundaria son variados y abarcan:

- Trastornos hormonales como hipogonadismo, problemas de tiroides y diabetes.
- Problemas en el sistema digestivo como absorción deficiente y cirrosis hepática.
- Efectos adversos de medicamentos como uso prolongado de corticoesteroides.
- Condiciones inflamatorias como espondilitis anquilosante y artritis reumatoide.

- Diversas causas, como anorexia, VIH, EPOC y trasplantes de órganos pueden contribuir al desarrollo de la osteoporosis. (8)

### **2.1.1 Fisiopatología**

El sistema esquelético es un órgano con actividad metabólica constante que experimenta un proceso de remodelación a lo largo de toda la vida. Este proceso de remodelación es esencial para dos propósitos fundamentales: en primer lugar, para preservar la integridad estructural, ya que reemplaza el hueso antiguo con hueso nuevo, previniendo así la acumulación de daños causados por la fatiga; en segundo lugar, para mantener la resistencia ósea y prevenir la fragilidad que puede provocar fracturas. Además, contribuye a la proceso metabólico del tejido óseo al almacenar calcio y fósforo. (8)

La reestructuración ocurre en las unidades esenciales de remodelación, formado por osteoclastos (derivados de células hematopoyéticas, específicamente de la línea monocito-macrófago) y osteoblastos (células de origen mesenquimal con la capacidad de formar hueso). Este proceso también garantiza la disponibilidad de un depósito de calcio fácilmente utilizable para mantener el equilibrio en situaciones en las que haya desequilibrios en los niveles de calcio en el cuerpo. Se estima que, en cualquier momento dado, existen aproximadamente dos millones de estas unidades activas de remodelación. Cada una de estas unidades está compuesta por un conjunto de osteoclastos que eliminan una pequeña porción de hueso, aproximadamente 0.025 mm<sup>3</sup>. Tras esta fase de eliminación, grupos de osteoblastos ingresan a esa área para crear nueva matriz ósea, la cual luego se mineraliza, resultando en la formación de hueso nuevo que reemplaza al hueso antiguo eliminado por los osteoclastos. (9)

De manera interesante, las células de la línea osteoblástica no solo están a cargo de crear nueva matriz ósea, sino que también desempeñan un rol fundamental en la regulación del proceso de formación de osteoclastos y, por consiguiente, en la resorción ósea. Es evidente que, para mantener la integridad del esqueleto, es necesario tener una conexión adecuada entre los osteoclastos y los osteoblastos, quienes deben operar en conjunto, en el mismo lugar y en una secuencia temporal adecuada. Además, es importante que funcionen con una eficiencia comparable, es decir, que la masa ósea descompuesta por los osteoclastos sea similar al volumen de hueso formada posteriormente por los osteoblastos. De lo contrario, es claro que la masa ósea no permanecería estable, una situación que es evidente en el contexto de la fisiopatología de la osteoporosis. (8)

Este proceso de remodelación está controlado tanto por aspectos mecánicos como por factores sistémicos y locales. Los principales factores o reguladores sistémicos incluyen las hormonas relacionadas con la vitamina D, el calcio, la parathormona (PTH), y, en pequeña medida, la calcitonina. Además, otras hormonas sistémicas también desempeñan un rol importante en la masa ósea, incluyendo las hormonas sexuales, crecimiento, los glucocorticoides y las tiroideas. Estos mecanismos están profundamente involucrados en la fisiopatología de la osteoporosis, en particular la disminución de la vitamina D que conlleva a un aumento secundario de la PTH (un fenómeno altamente resorbente) y los tratamientos prolongados con glucocorticoides, los cuales ejercen un impacto notorio y duradero sobre la formación de osteoblastos, inhibiéndola. (9)

En cuanto a la microarquitectura, a medida que envejecen, la disminución en el volumen de las trabéculas son semejantes en ambos sexos, sin embargo, la reducción en la cantidad de trabéculas y el incremento en el espacio entre ellas es más pronunciado en mujeres que en hombres. Esta reducción en el número de trabéculas tiene un impacto notable en la resistencia del hueso. (10)

### 2.1.2 Factores de riesgo

Algunos de los factores de riesgo que se asocian en mayor manera a la osteoporosis son:

- Adultos mayores.
- Mujeres.
- Fractura previa.
- Antecedentes familiares de fractura de cadera.
- Riesgo elevado de caídas.
- Enfermedades como hipogonadismo, síndrome de inmovilización prolongada, anorexia, diabetes tipo I, artritis reumatoide, malabsorción, menopausia precoz/amenorrea y enfermedad de Cushing, afectan la salud ósea.
- Uso farmacológico de: inhibidores de aromatasa, agonistas de las hormonas que liberan gonadotropinas, uso prolongado de glucocorticoides, anticonvulsivantes. Inhibidores de la bomba de protones, antirretrovirales e inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina.
- Algunos otros factores de riesgo son: Condiciones de la tiroides, Hipocalcemia, disminución de vitamina D, consumo de alcohol y tabaco. (11)

La Guía de Práctica Clínica para el Diagnóstico y Tratamiento de OP en la Persona Adulta sugiere realizar una anamnesis completa y minuciosa a las personas con más de 50 años de edad para así detectar a tiempo algunos factores de riesgo relacionados con la osteoporosis. Para facilitar que el médico de atención primaria identifique a individuos sin síntomas y sin historial de fracturas que requieran evaluación mediante FRAX® (HERF) para establecer la necesidad de intervención médica y así prevenir las fracturas por fragilidad ósea. (12)

A continuación, se muestra el portal FRAX (figura 1) para mexicanos, donde se destacan los principales factores de riesgo como lo es: edad, sexo, edad, cigarro, alcohol, enfermedades crónicas como artritis y uso crónico de medicamentos como glucocorticoides. En esta página se encuentra una lista de comprobación que nos dará una puntuación al final para identificar el riesgo de fractura por osteoporosis. Se puede consultar en: <https://frax.shef.ac.uk/FRAX/tool.aspx?country=24>.

Figura 1. Herramienta de cálculo FRAX.

país: México Nombre/ID: Sobre los Factores de riesgo

**Herramienta de Cálculo**

Por favor responda las preguntas siguientes para calcular la probabilidad de fractura a diez años sin DMO o con DMO.

**Cuestionario:**

1. Edad (entre 40-90 años) o fecha de nacimiento  
Edad: 50 Fecha de Nacimiento: A: M: D:

2. Sexo  Hombre  Mujer

3. Peso (kg) 68.8

4. Estatura (cm) 166

5. Fractura previa  No  Sí

6. Padres con Fractura de Cadera  No  Sí

7. Fumador Activo  No  Sí

8. Glucocorticoides  No  Sí

9. Artritis Reumatoide  No  Sí

10. Osteoporosis secundaria  No  Sí

11. Alcohol, 3 o más dosis por día  No  Sí

12. DMO de Cuello Femoral  
Seleccione BMD:

**Borrar** **Calcular**

**DMC: 25.0**  
The ten year probability of fracture (%)

Sin DMO	
Mayor osteoporotic	4.5
Hip fracture	0.6

**Weight Conversion**  
Pounds → kg  
 **Convert**

**Height Conversion**  
Inches → cm  
 **Convert**

**00079955**  
Individuals with fracture risk assessed since 1st June 2011

### 2.1.3 Epidemiología y Prevalencia mundial y en México

La osteoporosis es la afección metabólica del hueso más común, aunque determinar su prevalencia exacta es complicado debido a que se presenta sin síntomas hasta que surgen complicaciones. Esto dificulta la identificación temprana de las personas afectadas por la enfermedad. En general, se recurre a marcadores indirectos, como las fracturas osteoporóticas, como un método para estimar la prevalencia de la osteoporosis. (13)

Impacta a una población global que supera los 200 millones de individuos y resulta en aproximadamente 9 millones de fracturas anuales. Esto es debido a que la fractura se manifiesta inicialmente como el principal síntoma clínico de la enfermedad. Dado el proceso de envejecimiento en todo el mundo y el incremento en la esperanza de vida en naciones en desarrollo, se prevé un aumento significativo en el número de fracturas causadas por la osteoporosis. (14)

Principalmente debido a la reducción de la densidad mineral ósea (DMO) que se produce con el envejecimiento, la frecuencia de fracturas experimenta un crecimiento exponencial, convirtiéndose en un desafío significativo en la población de edad avanzada, un segmento demográfico que muestra una marcada tendencia al alza. (13)

En México, se calcula que para el año 2050 la cifra anual de fracturas de cadera alcance los 110,055 casos, lo cual es más de cinco veces la cantidad reportada en 2005, que fue de 20,725. (15)

En la población mexicana, las fracturas vertebrales son frecuentes, según el estudio LAVOS, que revela que alrededor del 19.2% de las mujeres y el 9.7% de los hombres mayores de 50 años en México presentan este tipo de fracturas. Las fracturas en zona pélvica o de cuello femoral son bien registradas debido a sus graves consecuencias en cuanto a tasas de morbilidad, mortalidad y gastos económicos. Entre el 12% y el 20% de las individuos que padecen de una fractura de cadera fallecen en el primer año. De los supervivientes, aproximadamente el 50% experimenta discapacidad parcial,

mientras que un 10% desarrolla discapacidad total. Además, cerca de la mitad de estos pacientes no logran reanudar completamente sus actividades diarias. (12)

En México, Johansson y su equipo calcularon que en 2005 ocurrieron más de 29,700 fracturas de cadera. Si no se producen cambios en la edad ni en la incidencia específica por género de las fracturas de cadera, se prevé que la cifra de fracturas de cadera aumente a cerca de 156,000 casos para el año 2050. Si la incidencia específica por edad se mantiene constante, el número de fracturas de cadera aumentaría en alrededor del 46%, llegando a casi 227,000 para 2050. (5)

Por lo tanto, se trata de un desafío de salud pública de considerable magnitud debido a su alta prevalencia, el impacto en términos de morbilidad y mortalidad que produce, y el considerable consumo de recursos médicos que conlleva, tales como hospitalización y atención médica, días de ausencia laboral, cuidados en el hogar, medicamentos, entre otros. (16)

#### **2.1.4 Cuadro clínico**

Desde una perspectiva clínica, la osteoporosis no se revela hasta que se presentan fracturas. Entre estas, las fracturas más comunes son las de la columna vertebral. Sin embargo, alrededor de dos tercios de estas fracturas no causan sintomatología notoria y son detectadas de manera incidental durante exámenes radiológicos. Estas fracturas pueden llevar a la pérdida de estatura (una reducción de más de 3 cm en masculinos y 2 cm en femeninos debe considerarse como un indicio de osteoporosis), aumento de la curvatura dorsal y dolor en espalda. Por otro lado, las fracturas de cuello femoral pueden ser más graves, afectar a una población de mayor edad y su presentación aumenta de manera exponencial con el paso de los años. Las fracturas de Colles, por su parte, suelen impactar al sexo femenino en los períodos cercanos a la menopausia. (17)

#### **2.1.5 Diagnóstico**

La revisión médica del historial clínico y la evaluación física pueden ser útiles para identificar y descartar causas secundarias, como el consumo de tabaco, el abuso de alcohol, un estilo de vida sedentario, insuficiente ingesta de vitamina D y calcio, entre otros. (17)

Para el diagnóstico es necesario revisar y tener en cuenta lo siguiente:

- Fracturas por osteoporosis: La manifestación más grave de la enfermedad osteoporótica es la aparición de fracturas. Estas fracturas generalmente ocurren como resultado de una caída sobre un hueso debilitado. Las fracturas osteoporóticas más comunes incluyen la fractura de muñeca (conocida como fractura de Pouteau-Colles, que suele ocurrir alrededor de los 60 años), la fractura vertebral (es preferible usar el término "fractura" en lugar del ambiguo "aplastamiento"), que tiende a presentarse cerca de los 70 años, y la fractura de cadera (FESF), que ocurre en torno a los 80 años. (8)
- Evaluación de densidad ósea: En 1994, OMS estableció parámetros de densitometría basados en la medición de la densidad mineral ósea (DMO) con la utilización de la técnica de absorciometría dual de rayos X (DXA). Este enfoque se fundamenta en la utilización de puntuaciones T, calculadas restando el valor de DMO del paciente, expresado en g/cm<sup>2</sup>, del promedio de DMO de una población joven y saludable de referencia, y luego dividiendo esta diferencia por la desviación estándar (DS) de dicha población. La DS equivale a aproximadamente un 10 a un 15% del valor de la DMO en g/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 1.** T-score en distintas clasificaciones para la osteoporosis.

<b>Clasificación</b>	<b>T-Score</b>
Normal	-1.0 o +
Osteopenia	Entre -1.0 y -2.5
Osteoporosis	-2.5 o -
Osteoporosis severa	-2.5 o - con fractura por fragilidad

(16)

- **Imágenes diagnósticas:** Las radiografías convencionales de las fracturas muestran una pérdida uniforme de densidad sin evidencia de osteólisis. En la práctica clínica, se recomienda evaluar la morfología de las vértebras (a menudo mediante radiografías o morfometría vertebral en conjunto con la densitometría ósea) en casos de dolor en la espalda o disminución de estatura de 4 cm o más. Durante la evaluación de la osteoporosis, es crucial saber cómo identificar una fractura vertebral. En el contexto de la columna vertebral, hay varios indicadores que respaldan la etiología de las fracturas por osteoporosis dentro de la columna vertebral:
  - Fractura a nivel inferior de la T3.
  - No encontrar presencia de la degradación de tejido óseo (denominado "signo del puzle": a pesar de la fractura, la capa cortical de la vértebra puede seguirse en toda su longitud).
  - Integridad de la pared y arco posterior de las vértebras (particularmente en los pedículos).

No obstante, ningún indicio es completamente característico. En casos de incertidumbre, una tomografía computarizada (TC) y/o una resonancia magnética (RM) van a corroborar la ausencia de señales indicativas de otro origen, especialmente de naturaleza tumoral. (8)

- **Diagnostico diferencial:** Frente a un paciente con indicios de pérdida ósea y alteraciones en estos análisis, se deben llevar a cabo análisis bioquímicos dirigidos a las patologías más comunes:
  - Medición de la hormona paratiroidea para descartar hiperparatiroidismo primario, ya sea con o sin altos niveles de calcio en la sangre.
  - Electroforesis de proteínas para descartar enfermedades mieloproliferativas.
  - Medición de la excreción de cortisol en orina de 24 horas para evaluar la posibilidad de un síndrome de Cushing, especialmente en casos de fracturas en la columna vertebral inespecíficas.
  - Pruebas de anticuerpos antitransglutaminasa para confirmar enfermedad celíaca, especialmente en personas con bajos niveles séricos de vitamina D.
  - Análisis de niveles séricos de andrógenos en hombres con fracturas. La biopsia de la cresta ilíaca se realiza solo en casos específicos para diagnosticar la osteomalacia.

(17)

### **2.1.6 Prevención**

Las estrategias de prevención y tratamientos generales son aplicables en igual medida a los hombres, así como en las mujeres. Esto implica abordar factores de riesgo como el tabaquismo o el consumo de alcohol. Se debe aconsejar un aumento en la actividad física, adecuándola a su edad, y ser cautelosos para evitar situaciones que puedan incrementar el peligro de caídas. Es importante garantizar una ingesta diaria de entre 1,000 a 1,500 mg de calcio y de 400 a 800 UI de vitamina D. También se recomienda moderar la ingesta de sodio y proteínas animales para reducir la excreción urinaria de calcio. (18)

La prevención más recomendada es la actividad física, ya que desde la niñez nos ayuda a estar aumentando la densidad mineral ósea. A continuación, se divide en distintos tipos de prevención de la osteoporosis por medio del ejercicio:

Prevención primaria consiste en fortalecer la densidad ósea durante la infancia y la juventud. Prevención secundaria implica reducir la pérdida de masa ósea o promover su aumento en pacientes con osteoporosis. Prevención terciaria o de la discapacidad se enfoca en aliviar el dolor, prevenir la cifosis y restaurar la función después de fracturas osteoporóticas. (19)

### 2.1.7 Tratamiento

No farmacológico:

- Alimentación: Una adecuada nutrición disminuye la probabilidad de sufrir de fracturas y osteoporosis (OP), fortalece al cuerpo para enfrentar su entorno y contribuye a la salud general. Para personas que son más grande de los 50 años, se recomienda ingerir diariamente 1200 mg de calcio. Los lácteos y sus derivados contienen niveles elevados de este mineral, así como otros alimentos. La recomendación diaria de consumo de proteínas es de 1.0 a 1.2 g por cada kilogramo de peso corporal. (Excepto en casos de enfermedad renal crónica, se recomienda limitar el consumo de proteínas a 0.8 g por Kg). Ingerir más de 30 ml de alcohol aumenta el riesgo de osteoporosis debido a su efecto inhibitorio sobre la absorción y utilización del calcio. Del mismo modo, más de 3 tazas de café afectan el proceso óseo, por lo que se recomienda limitar su consumo a cantidades menores a las mencionadas. (12)
- Vitamina D: La dosis recomendada es de 800-1.200 UI/día (o su equivalente a la semana o mes). (11)
- Ejercicio: En adultos mayores, la actividad física aporta a mitigar la erosión ósea relacionada con la falta de uso, realza el equilibrio, incrementa la fuerza muscular y, en última instancia, disminuye la susceptibilidad a caídas. También favorece la salud del sistema óseo y funcional en general, reduciendo el riesgo de fracturas vertebrales y de cadera. Para prevenir la osteoporosis, se aconseja una práctica mínima de 150 minutos de actividad física a la semana, mientras que la meta óptima sería alcanzar los 300 minutos. (12) El ejercicio ofrece ventajas como el fortalecimiento muscular, la mejora de la coordinación y la reducción de fracturas traumáticas en personas con osteoporosis. Además, en otros grupos de pacientes, disminuye la probabilidad de padecer de enfermedades cardiovasculares, diabetes y depresión. La mayoría de las investigaciones han encontrado una sólida relación entre los niveles de actividad física y la densidad ósea. Generalmente, el ejercicio se utiliza como parte del tratamiento, pero también en la prevención de caídas y la disminución del dolor, entre otros beneficios. También puede proporcionar pautas posturales que alivian el dolor en los pacientes, complementado con el uso de diversas técnicas de fisioterapia, como la electroterapia, la masoterapia, las órtesis, la terapia en tanque terapéutico y otras terapias físicas que contribuyen a la recuperación funcional más rápida y efectiva en personas con osteoporosis. (20)

Farmacológico:

**Tabla 2.** Medicamentos y su efecto en distintos tipos de fractura.

	Efecto en fractura vertebral	Efecto en otro tipo de fractura	Efecto en fractura de cadera
<b>Alendronato</b>	+	+	+
<b>Risendronato</b>	+	+	+
<b>Ibandronato</b>	+	-	-

<b>Ácido Zolendronico</b>	+	+	+
<b>Terapia de reemplazo hormonal</b>	+	+	+
<b>Raloxifeno/Bazedoxifeno</b>	+	-	-
<b>Teriparatida</b>	+	+	-
<b>Abaloparatida</b>	+	+	-
<b>Denosumab</b>	+	+	+
<b>Romosozumab</b>	+	+	+

(5)

### 2.1.8 Osteoporosis en el hombre

Se reconoce que la densidad ósea es mayor en los hombres debido a las propiedades del hueso, que incluyen un espesor cortical superior, una sección ósea mayor y una estructura trabecular más robusta. Además, es conocido que el sexo masculino no experimenta episodios de pérdida rápida de masa ósea como las mujeres, sino que su pérdida es gradual a partir de los 30 años. (18)

Por mucho tiempo, esta enfermedad y sus efectos secundarios han sido considerados principalmente como una condición que afecta a las mujeres, mientras que la osteoporosis en hombres ha sido pasada por alto. (21) Debido a esto, la osteoporosis en hombres es significativamente menos común, aunque ha emergido como una preocupación de salud pública en un grado similar a la versión femenina. Sin embargo, sigue siendo subdiagnosticada y escasamente tratada. Aproximadamente el 12,5% de los hombres con más de 50 años experimentará al menos una fractura por osteoporosis en el transcurso de su vida. (7)

En algunos estudios, se indican tasas de osteoporosis del 1 al 4% y de osteopenia del 15 al 33% en hombres, al emplear una curva de referencia femenina. Para las mujeres, se reporta una incidencia de osteoporosis del 13-18% y de osteopenia del 37-50%. Asimismo, en otra investigación en Estados Unidos con 351 hombres (de 22 a 90 años) y 348 mujeres (de 21 a 93 años), se observó que la incidencia de osteoporosis en hombres después de los 50 años fue del 19% al utilizar curvas de referencia para propios hombres, mientras que era solo del 3% al usar curvas de referencia del sexo femenino. (22) Esto da a entender que cuando hablamos de incidencia o prevalencia de la osteoporosis diagnosticada en varones es mucho menos frecuente ya que se utilizan los datos de referencia femeninas, por lo que es que se considera infradiagnosticada al no tener un estándar claro en los valores para el sexo masculino.

Los tipos de fracturas que experimentan los hombres jóvenes y los hombres mayores son distintos, ya que las fracturas de huesos largos son frecuentes en hombres más jóvenes, mientras que las fracturas de la columna vertebral y de cadera son más comunes en los adultos mayores. (21)

La fractura de cadera en los hombres se presenta alrededor de 10 años después en comparación con las mujeres, pero su tasa de mortalidad es más alta. A los 60 años, aproximadamente el 25% de los hombres experimentará una fractura por osteoporosis, y para los 90 años, este porcentaje será de un 16.6% en el caso de las fracturas de cadera. En el mayor de los casos de osteoporosis diagnosticados en hombres tienen una causa secundaria (40-60%). (18)

Es esencial incrementar la sensibilización acerca de la relevancia de esta afección en los hombres. Además, debemos promover la detección prematura en individuos con riesgo para facilitar un diagnóstico anticipado. (21)

## 2.2 Actividad Física

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la actividad física como cualquier acción que implique movimiento corporal a través de los músculos esqueléticos, acompañada de un gasto energético. Este término abarca toda forma de movimiento, ya sea durante momentos de recreación, para desplazarse hacia y desde distintos lugares, o como parte de las responsabilidades laborales de los individuos. Tanto la actividad física moderada como la intensa contribuyen positivamente a la mejora de la salud. (23)

La OMS desarrolló un Plan de Acción Global con el propósito de evitar y abordar las enfermedades que no son transmisibles. Este plan pone un énfasis particular en la modificación de los hábitos de vida y en comprender cómo los individuos se muestran con el fin de impulsar la salud y el bienestar de la población. Una de las áreas abordadas en este plan es el fomento de la actividad física (AF). (24)

Los hallazgos de investigaciones epidemiológicas han señalado que los predictores más significativos en relación con la mortalidad general, incluida la morbilidad y mortalidad cardiovasculares, son los niveles regulares de actividad física incorporados de manera integral en el estilo de vida, en contraste con haber realizado actividad física en algún momento previo. En consecuencia, tanto hombres como mujeres que mantienen un nivel más elevado de actividad física presentan un riesgo un 40% menor de fallecimiento en comparación con los grupos menos activos. (25)

Un estilo de vida de inactividad se define como aquel que no cumple con las directrices recomendadas para la práctica de actividad física, que incluyen mínimo 30 minutos al día de actividad de intensidad moderada durante cinco días a la semana, o mínimo 20 minutos al día de actividad de intensidad alta durante tres días a la semana. (26)

En México, se calcula que alrededor de 4 a 5 millones de individuos padecen diabetes, de los cuales aproximadamente el 30% no tienen conocimiento de su condición. Además, entre 8 a 9 millones muestran intolerancia a la glucosa. La población que no tiene diabetes, pero se encuentra expuesta a factores de riesgo asciende a alrededor de 35 a 37 millones de personas. (25)

La falta de actividad física en la población de edad avanzada es una preocupación relevante en nuestro país; esto conlleva a efectos adversos que incluyen un aumento en el estrés psicológico y la mayor incidencia de enfermedades como la diabetes mellitus, la obesidad, la osteoporosis, la osteoartritis, las enfermedades cardíacas y ciertos tipos de cáncer, entre otras. (27)

Imagen 1. Sugerencias de la actividad física para mayores de 18 años.



(81) Organización Mundial de la Salud. OPS/OMS presentó en Chile las actualizaciones de las nuevas recomendaciones de actividad física y hábitos sedentarios [Internet]. OMS; 2020.

Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/14-12-2020-opsoms-presento-chile-actualizaciones-nuevas-recomendaciones-actividad-fisica>)

## 2.3 Ejercicio

El ejercicio físico se define como cualquier desplazamiento del cuerpo originado por el sistema de locomoción, que implica la contracción y relajación de los músculos y resulta en el gasto de energía. Este desplazamiento conlleva un aumento en la demanda de oxígeno y nutrientes en la mayoría de los músculos. La adaptación de los músculos ante el ejercicio forma los cimientos entrenamiento y se entiende que está influenciada tanto por la adaptación y desarrollo de las fibras musculares como por los cambios en su metabolismo, especialmente en relación con las mitocondrias. (26)

### 2.3.1 Recomendaciones

Antes de iniciar un programa de ejercicio, es aconsejable llevar a cabo una evaluación exhaustiva de la morfología y función del paciente. Esto tiene como propósito detectar posibles factores de riesgo que podrían dar lugar a complicaciones durante la práctica del ejercicio, así como evaluar las capacidades biomotoras del individuo. Al diseñar el programa, es esencial considerar aspectos como las preferencias personales, necesidades específicas, horarios disponibles, entorno ambiental, así como los recursos de equipo e instalaciones disponibles, entre otros. (25)

### 2.3.2 Beneficios

La práctica regular de ejercicio físico conlleva diversas adaptaciones a medio y largo plazo en varios sistemas del organismo, que incluyen aspectos musculoesqueléticos, cardiovasculares, respiratorios y metabólicos:

- **Cardiorrespiratorio:** El ejercicio aeróbico puede influir en el perfil de lípidos y proteínas, disminuyendo los niveles de LDL y aumentando los de HDL, así como incrementando la actividad de las lipasas tisulares. También se ha observado influencia en la composición

corporal, factores relacionados con la trombosis, el control de la tensión arterial sistólica a largo plazo y el riesgo de accidente cerebrovascular.

- Metabólico: Disminuye la resistencia a la insulina, previniendo la aparición diabetes.
- Muscular: En el corto plazo, el ejercicio provoca transformaciones en la musculatura que conducen a un empleo más eficaz de la energía. Estos ajustes abarcan el incremento de la vascularización en el músculo, el aumento de las fibras musculares de contracción lenta y la amplificación de los receptores celulares GLUT-4 en las células musculares.
- Obesidad: La actividad física constante es eficaz para evitar y tratar la obesidad. Comparado con una dieta baja en calorías por sí sola, la combinación de dieta y ejercicio se relaciona con una mayor pérdida de grasa y preservación de masa magra.
- Cáncer: La mayoría de los estudios sugieren una relación inversa entre mayor ejercicio y menor riesgo de cáncer. Si bien varios elementos influyen en el desarrollo de cáncer, como genéticos, ambientales, dieta, tabaco o alcohol, el ejercicio también desempeña un papel relevante. Se ha observado una relación más evidente en la prevención de cánceres de colon, mama, próstata, endometrio y páncreas.
- Aspectos psicológicos: La actividad física está asociada con un mejor bienestar a nivel psicológico. Niveles elevados de actividad física se asocian con menor incidencia de síntomas de ansiedad y depresión.
- Óseo: El ejercicio también ejerce un impacto positivo en los procesos óseos y la prevención de la osteoporosis, en ambos sexos. La actividad física contribuye al incremento de densidad y disminución de la fragilidad del hueso, gracias a la remodelación estimulada por la actividad de los músculos. La práctica de actividad física es elemental para el adecuado crecimiento y cuidado de un sistema óseo saludable. Los ejercicios de resistencia o fuerza pueden resultar favorables para los huesos que no están sometidos a cargas constantes. Los incrementos en la densidad ósea a través de una actividad física de intensidad moderada suelen oscilar alrededor del 1 % al 2 %, pero pueden llegar a duplicarse o incluso triplicarse si el ejercicio es extremadamente vigoroso y sostenido. (28)

### 2.3.3 Tipos de ejercicio de resistencia

“La resistencia como la capacidad para soportar la fatiga frente a esfuerzos prolongados y/o para recuperarse más rápidamente después de los esfuerzos”. (29)

Se clasifica la resistencia según sea el criterio de observación:

- Resistencia general y local: se relaciona con la cantidad de músculos que participan en la actividad física realizada. Cuando más de un sexto de los músculos corporales se activan durante el ejercicio, se habla de resistencia general. En contraste, se habla de resistencia local cuando menos de un sexto de la musculatura total del cuerpo se emplea para llevar a cabo una actividad. (30)
- Resistencia estática y dinámica: Esta clasificación considera la presencia o ausencia de movimiento en el ejercicio. Si el ejercicio es isométrico, lo que significa que implica aplicar fuerza sin desplazamiento, se categoriza como resistencia estática. En contraste, cuando se produce movimiento durante la ejecución de los ejercicios, se denomina resistencia dinámica. Durante los ejercicios de resistencia estática, el organismo puede emplear vías aeróbicas o anaeróbicas para mantener la fuerza generada. Si la fuerza ejercida por un grupo muscular es menor al 15 % de su fuerza máxima estática, se recurre a las vías aeróbicas; en cambio, si la fuerza supera el 50 % de la fuerza máxima estática, se utilizan las vías anaeróbicas. (29)
- Resistencia aeróbica y anaeróbica: Los ejercicios se dividen en dos categorías: aeróbicos y anaeróbicos, según el tipo de metabolismo muscular (basado en sustratos) necesario para su realización. El proceso de contracción y relajación muscular se alimenta exclusivamente del trifosfato de adenosina (ATP), la única forma de energía que la célula puede utilizar de

manera directa. Esta energía debe ser constantemente regenerada a través de procesos metabólicos tanto aeróbicos como anaeróbicos. (25)

- Ejercicio aeróbico: La regeneración aeróbica del ATP implica la oxidación de glucosa en sangre, proveniente de las reservas de glucógeno en los músculos y el hígado, así como de los lípidos obtenidos de los ácidos grasos circulantes, los depósitos intramusculares de triglicéridos y en menor medida, las proteínas. La duración típica de una sesión de ejercicio aeróbico varía entre 15 y 60 minutos, pero este intervalo puede ajustarse según la capacidad funcional y el estado clínico general del individuo. La recomendación inicial debe abarcar sesiones de duración e intensidad moderadas, permitiendo un aumento gradual de la duración en ausencia de complicaciones. Es fundamental mantener una estrecha vigilancia sobre la relación entre intensidad y duración, realizando ajustes adecuados para evitar la fatiga durante la sesión. Entre los tipos de actividad adecuados para el entrenamiento aeróbico se incluyen ejercicios rítmicos que involucren de forma constante grupos musculares grandes y mantengan una frecuencia cardíaca constante, tales como caminar, trotar, correr, nadar, montar bicicleta, practicar crossfit y realizar bailes aeróbicos. (26)
- Ejercicio anaeróbico: La regeneración anaeróbica del ATP se logra mediante la descomposición de la fosfocreatina en creatina y de la glucosa en lactato. Aunque posee una capacidad total de regeneración relativamente limitada, este proceso tiene un ritmo potencialmente mayor en comparación con el metabolismo aeróbico. Los ejercicios anaeróbicos se distinguen por su brevedad en términos de duración y por su alta intensidad. (30)  
Actividades como el entrenamiento de resistencia, que involucran una alta generación de potencia, demandan una rápida tasa de suministro de energía y dependen principalmente del suministro de energía proporcionado por el sistema de fosfágeno (anaeróbico). Los aumentos en la fuerza, la potencia, el crecimiento muscular, la capacidad de resistencia muscular, las habilidades motoras y la coordinación se consideran resultados positivos resultantes de las formas de entrenamiento anaeróbico. (31)

### 2.3.4 Prescripción del ejercicio

La prescripción del ejercicio sigue un enfoque similar al de los medicamentos. Aunque el ejercicio no se ingiere, sino que se practica, al igual que un fármaco, requiere ciertas pautas y si no se ajusta correctamente, puede generar efectos secundarios no deseados que suponen un riesgo para la salud. Por lo tanto, se sugiere que antes de iniciar un programa de ejercicio, se realice una evaluación exhaustiva de la morfología y función del paciente, con el propósito de identificar posibles factores de riesgo que puedan dar lugar a complicaciones durante la actividad física, además de medir las capacidades biomotoras individuales. (26)

Para llevar a cabo una prescripción precisa de actividad física, es esencial considerar factores como el tipo de actividad a realizar, su nivel de intensidad, la duración, la frecuencia, el ritmo de progresión y la estructura de cada sesión de entrenamiento. Todos estos elementos deben adaptarse según el nivel inicial de aptitud física del individuo. (32)

- Intensidad: La intensidad se refiere al nivel de esfuerzo requerido por la carga de entrenamiento. Esta variable es esencial y, aunque puede ser complicada de precisar, es directamente controlada en un plan de ejercicio. Su objetivo es lograr un efecto de entrenamiento sin provocar cambios fisiológicos. Los principales marcadores de la intensidad son la frecuencia cardíaca (FC), el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) y la Escala de Borg. (26)
- Duración: La duración óptima de una sesión de ejercicio sería de 20 a 60 minutos de actividad aeróbica continua a la intensidad seleccionada. Después de los primeros 20-30

minutos, se incrementa la utilización de grasas como fuente de energía, contribuyendo a la reducción de la grasa corporal. Al principio, se deben programar sesiones de duración e intensidad moderadas, y en ausencia de complicaciones, se puede aumentar gradualmente la duración. (32)

- Frecuencia: Se sugiere una frecuencia mínima de 3 a 5 sesiones por semana para adultos en condiciones normales. En el caso de personas con obesidad o adultos con limitada capacidad funcional, puede ser más efectivo programar sesiones cortas de 5 minutos, varias veces al día. Es crucial evitar intervalos de más de 72 horas entre sesiones para mantener los beneficios obtenidos a través del ejercicio. (26)
- Progresión: Se recomienda incrementar gradualmente la intensidad del ejercicio físico, iniciando con niveles alrededor del 50-55% de la frecuencia cardíaca máxima y avanzando de manera constante. (32)
- Estructuración de una sesión de acondicionamiento físico:
  - Calentamiento: La etapa inicial de la sesión de entrenamiento consiste en una serie de ejercicios diseñados para preparar adecuadamente al individuo tanto a nivel físico como mental y motriz para el inicio de la sesión. Esta fase busca prevenir posibles lesiones, especialmente las relacionadas con los músculos.
  - Parte principal de la sesión: Este segmento constituye la esencia de la sesión de entrenamiento. Su contenido se adapta en base a varios factores, que incluyen la edad del individuo, su estado de salud, su nivel de acondicionamiento físico según la evaluación funcional previa y los objetivos específicos planteados. Además, se ajusta de acuerdo con el programa preestablecido.
  - Enfriamiento: La fase final de la sesión de entrenamiento, cuyo propósito es la recuperación cardiovascular después del esfuerzo realizado, con el fin de prevenir complicaciones cardíacas y musculoesqueléticas postejercicio. Esta etapa, que debería durar de 5 a 10 minutos, implica una intensidad inferior al 30% de la capacidad aeróbica máxima e incluye actividades como caminar, ejercicios de estiramiento y ejercicios rítmicos de baja intensidad. (26)

### 2.3.5 Gimnasios

Actualmente, a nivel global, existen 210,000 club de fitness con una membresía total de 183 millones de personas, marcando un incremento del 54% con respecto a la última década. En esencia, un gimnasio puede considerarse como un recinto techado equipado con aparatos para hacer ejercicio, diseñado para ajustarse a nuestro estilo de vida “moderno”, donde el tiempo libre para dedicar a la actividad física es limitado. Estos centros, mayormente situados en áreas de residencia, empleo y tránsito, presentan horarios de operación extensos y flexibles, además de una variedad de opciones para ejercitarse. Los motivos que impulsan a las personas a unirse a estos establecimientos son diversos, si bien, los más comunes incluyen mejorar la condición física y la salud. (33)

Los gimnasios comerciales representan una opción para mantenerse activo físicamente. La mayoría de estos lugares ofrecen tanto actividades individuales como en grupo. En los últimos tiempos, se ha observado un incremento en la cantidad de personas que acuden a gimnasios comerciales. En 2013, el 15% de la población adulta en Europa participaba en este tipo de establecimientos, y en algunos países, como Noruega, la cifra alcanzaba el 19,4%. Las estadísticas indican un aumento sostenido en la asistencia a gimnasios privados en distintos países europeos. (34)

Participar en un programa de entrenamiento de fuerza para adultos brinda una experiencia placentera, emotiva y gratificante tanto para los participantes como para los instructores. Esta experiencia es enriquecedora debido a la interacción en un contexto distinto, como es el entrenamiento con pesas, que se diferencia de la rutina común que pueden implicar las actividades en canchas deportivas o la recreación en parques. (35)

## **2.4 Actividad física en Adultos Mayores**

El envejecimiento conlleva una disminución tanto en la masa ósea como en la masa muscular en los individuos, lo cual impacta negativamente en su capacidad funcional y rendimiento físico. Sin embargo, este proceso puede ser mitigado o ralentizado mediante la participación en actividad física regular en todas las etapas de la vida, siendo especialmente relevante en adultos mayores (AM). (36)

La disminución de la fuerza asociada al envejecimiento es uno de los aspectos más significativos que impactan en la limitación de la movilidad y, por lo tanto, es un área de gran interés para los fisioterapeutas que se dedican a trabajar con personas mayores. En individuos adultos de manera general, la fuerza tiende a disminuir a una tasa cercana al 10 % por cada década a partir de los 30 años, y esta disminución se acelera hasta alrededor del 15 % por década después de los 60 años. (37)

Los hábitos sedentarios predominantes en la población de la tercera edad tienen como consecuencia un comienzo temprano de problemas de salud, enfermedades y fragilidad. Las autoridades locales tienen la responsabilidad de fomentar la práctica de actividad física entre los adultos mayores. Se ha comprobado que el ejercicio regular es seguro tanto para individuos saludables como frágiles, siendo especialmente recomendado para aquellos con riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y metabólicas significativas. Esto no solo previene dichas afecciones, sino que también tiene un impacto positivo en la obesidad, las caídas, los déficits cognitivos, la osteoporosis y la debilidad muscular. (38)

Al respecto, uno de los tratamientos no invasivos para combatir o prevenir los cambios producidos por el envejecimiento y enfermedades crónico-degenerativas en edades avanzadas, es el ejercicio físico, el cual produce beneficios en muchos de los sistemas corporales más importantes. El terapeuta exitoso es consciente del papel central de la actividad física en cualquier plan de tratamiento. (39)

### **2.4.1 Efectos de la actividad física en Adultos Mayores**

Involucrarse en actividad física de manera constante en todas las etapas de la vida conlleva una serie de ventajas para la salud, como la mejora de la función cognitiva y la reducción de enfermedades crónicas. Por consiguiente, fomentar la práctica de actividad física se convierte en una prioridad de salud y un bien público. (40)

La estimulación de la sobrecarga, que conlleva el desarrollo de la fuerza, puede lograrse a través de una diversidad de enfoques, comenzando desde el propio peso corporal y avanzando hacia la incorporación de resistencia adicional, como bandas elásticas, pesas y otros elementos como mancuernas, barras, kettlebells, entre otros. Hay una amplia variedad de herramientas disponibles que pueden emplearse de manera creativa para brindar un estímulo efectivo al entrenamiento y mantener el programa entretenido y estimulante. (37)

La práctica constante de actividad física contribuye a la mejora integral de la función física y mental, además de tener la capacidad de contrarrestar ciertos efectos de enfermedades crónicas y preservar la movilidad, la independencia y la autonomía de las personas mayores (favoreciendo su capacidad funcional). (38)

Los programas de entrenamiento de fortaleza cuidadosamente planificados tienen como objetivo mejorar la función, reducir el impacto de las enfermedades crónicas y potenciar el equilibrio, la coordinación, la velocidad de movimiento y la movilidad en general. (37)

### **2.4.2 Recomendaciones generales de ejercicio en Adultos Mayores**

Se hacen recomendaciones de actividad física para los mayores con el objetivo de mejorar las funciones del sistema cardiovascular y respiratorio, fortalecer los músculos, mantener una buena

salud ósea y funcional, y disminuir la amenaza de enfermedades no transmisibles, cuadros depresivos y pérdida de funciones cognitivas. Por lo tanto, se aconseja:

- Mayores de 65 años deben reservar 150 minutos semanales para participar en actividades físicas cardiovasculares de intensidad moderada o realizar 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa. También pueden optar por una combinación equitativa de actividades de intensidad moderada e intensa.
- Las sesiones deberán ser de mínimo 10 minutos de actividad.
- Para adquirir beneficios de salud mayores, se sugiere que los adultos de este rango de edad dediquen hasta 300 minutos por semana a la realización de actividad física cardiovascular de intensidad moderada o, alternativamente, 150 minutos a la semana de actividad física aeróbica intensa. También pueden optar por una combinación equilibrada de actividad de intensidad moderada y vigorosa.
- Los adultos mayores con dificultades de movilidad deben realizar ejercicios destinados a mejorar el equilibrio y prevenir caídas mínimo tres días a la semana.
- Es recomendable llevar a cabo ejercicios que fortalezcan los grupos musculares principales en al menos dos veces por semana.
- Cuando los adultos mayores no puedan hacer la actividad física que se recomienda debido a su estado de salud, deben mantenerse activos en la medida en que su salud lo permita.
- Las personas mayores experimentaron beneficios como "mejorar mi nivel de forma física", "mejorar mi salud mental" y "aumentar el tono de mis músculos".

(41)

### **2.4.3 Recomendaciones de ejercicio de fuerza en Adultos Mayores**

Numerosos estudios recientes han concluido que el entrenamiento de resistencia es una estrategia de tratamiento esencial para abordar una variedad de síntomas y complicaciones asociados con enfermedades crónicas como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la osteoporosis, así como problemas relacionados con el equilibrio y las caídas. (Muchos de los movimientos necesarios para mantener el equilibrio requieren respuestas en milisegundos). El entrenamiento de fuerza nunca debe subestimarse y debe implementarse de manera óptima para obtener los mejores resultados en términos de funcionalidad. (37)

El umbral mínimo de resistencia requerido para el entrenamiento de fortalecimiento es el 60% de la repetición máxima de 1RM (RM). Para determinar la cantidad de resistencia necesaria para alcanzar un estímulo de entrenamiento del 60%, esto es equivalente a una repetición máxima de 15RM. Si una persona es capaz de completar más de 15 repeticiones con una resistencia, significa que no está aplicando un estímulo de entrenamiento adecuado. En el caso de adultos mayores, es posible que no estén familiarizados con la realización de un esfuerzo máximo y puedan requerir tiempo y experiencia para aprender a generar esta cantidad de fuerza. Además, hemos observado que la RM puede cambiar rápidamente en adultos mayores no entrenados, lo que subraya la importancia de realizar evaluaciones frecuentes para mantener un estímulo de entrenamiento apropiado. Un objetivo común y eficaz para el estímulo del ejercicio de fortalecimiento es el 80% de 1RM. (37)

El punto en el que la curva de aumento de la fuerza se nivela es cuando una persona alcanza el nivel de fuerza requerido para realizar una tarea específica. Por ejemplo, se necesita un cierto nivel de fuerza, aproximadamente el 45% de su peso corporal, para poder levantarse de una silla. Si alguien no puede hacerlo sin ayuda debido a la debilidad en las extremidades inferiores, el fortalecimiento puede ser beneficioso para mejorar esta capacidad. Sin embargo, una vez que se ha alcanzado un nivel adecuado de fuerza y la persona puede levantarse de la silla sin asistencia, el fortalecimiento adicional no necesariamente resultará en una mejora adicional en la capacidad de levantarse de la silla de manera lineal. Sin embargo, un mayor fortalecimiento hará que la tarea sea más eficiente,

permitirá a la persona levantarse más rápidamente y creará una reserva de fuerza que ayudará a preservar la capacidad de levantarse de la silla en el futuro. (37)

Con el fin de aprovechar al máximo las adaptaciones del sistema musculoesquelético y optimizar el uso del tiempo, se aconseja que los programas de entrenamiento de resistencia se lleven a cabo de la siguiente manera:

- Realizar el entrenamiento de fuerza de 2 a 3 veces por semana.
- Iniciar con 1 a 2 series y avanzar gradualmente a 2 a 3 series.
- Realizar de 8 a 12 repeticiones en cada serie.
- Los ejercicios de resistencia deben enfocarse en los grupos musculares principales del tren superior e inferior del cuerpo que desempeñan un papel crucial en la función y la movilidad.
- Incluir ejercicios que abarquen tanto músculos articulares (por ejemplo, prensa de piernas y prensa de pecho) como músculos individuales (como tríceps, extensores de rodilla y abductores de cadera).
- Una rutina completa generalmente consta de 6 a 10 ejercicios, pero para principiantes, esta rutina puede dividirse en conjuntos de 3 a 4 ejercicios.
- Se debe programar al menos un día de descanso entre sesiones que trabajen los mismos grupos musculares, permitiendo así la recuperación muscular y facilitando las adaptaciones hipertróficas en respuesta al daño muscular excéntrico y su posterior reparación.
- Para mejorar la capacidad funcional de las personas frágiles, los programas de entrenamiento de resistencia deben incluir ejercicios que simulan actividades cotidianas, como levantarse de una silla o subir escalones.
- En sesiones de entrenamiento posteriores, se puede ajustar la carga según la tolerancia del individuo utilizando escalas de esfuerzo percibido, pero se debe esforzar por mantener el esfuerzo percibido en el rango de duro a muy duro (calificación de 15 a 18 en la escala original de Borg).

(42)

## 2.5 Ejercicio y Sistema Óseo

El ejercicio representa uno de los tratamientos no medicamentosos más significativos para la osteoporosis, a pesar de que a menudo no se le otorga la debida atención. A continuación, se analizarán los impactos del ejercicio en esta enfermedad y se proporcionarán algunas recomendaciones fundamentales.

El proceso de remodelación ósea comienza con la activación de los osteoblastos inactivos en la superficie del hueso, así como de las células que recubren el hueso. Ha habido debates considerables acerca de la señal inicial para iniciar la remodelación, incluyendo si esta señal proviene de una fuente general o local. Se ha sugerido que los daños microscópicos en el hueso o los cambios en la fuerza detectados por los osteocitos podrían desencadenar esta señal de remodelación. (43)

La masa ósea se mantiene y se ajusta en respuesta a las tensiones mecánicas, y los osteocitos se han convertido en ampliamente reconocidos como las células que detectan las fuerzas mecánicas en el hueso. Los osteocitos desempeñan un papel clave en coordinar la remodelación ósea al convertir las fuerzas mecánicas externas en señales bioquímicas, lo que se conoce como mecanotransducción. Esto ocurre principalmente como resultado de la contracción muscular. Las fuerzas que afectan al hueso provienen principalmente de la acción muscular en lugar de las fuerzas gravitatorias. Como resultado, existe una correlación entre la masa y fuerza muscular y la fortaleza ósea. (44)

Debido a que el hueso trabecular tiene una densidad menor y una mayor superficie en comparación con su masa, es más sensible y responde con mayor velocidad a los estímulos que el hueso cortical. Esto se debe a que el hueso trabecular es más flexible, menos denso y más débil, lo que lo hace más propenso a la adaptación en comparación con el hueso cortical. (45)

El ejercicio físico produce beneficios para la salud al influir en diversos aspectos. Contribuye al bienestar del sistema musculoesquelético al aumentar la flexibilidad, velocidad y fuerza de las contracciones musculares, y también promueve la acumulación de calcio en los huesos. Esto lo convierte en una estrategia altamente efectiva para prevenir la osteoporosis. (46)

Cuando el hueso aumenta su grosor, puede dispersar mejor la fuerza a lo largo de una superficie más extensa, lo que resulta en una reducción de la cantidad de esfuerzo mecánico necesaria. (45)

El entrenamiento regular de los músculos influye en los esfuerzos de presión y tracción, actuando como estímulos funcionales y formativos en los huesos. Además, se observa un aumento en la mineralización ósea, un incremento en el espesor de los huesos y un fortalecimiento de la estructura de las trabéculas óseas (según Platen et al., 1995). De acuerdo con Riedel (1994), existe una relación significativa entre la fuerza muscular y el contenido mineral en los huesos. (47)

El ejercicio anaeróbico implica la aplicación de fuerzas mecánicas que provocan deformaciones en áreas específicas del esqueleto. Estas fuerzas se generan a través de las acciones musculares en los puntos de inserción de los tendones en el hueso y pueden ser de flexión, compresión o torsión. Cuando se aplica esta carga mecánica, los osteoblastos se desplazan hacia la superficie del hueso y comienzan a remodelarlo. Durante este proceso, los osteoblastos producen y liberan proteínas, principalmente moléculas de colágeno, que se depositan en los espacios entre los osteocitos con el fin de fortalecer el hueso. (45)

Después de los 30 años, el objetivo es mantener la máxima masa muscular durante el mayor tiempo posible, y en las etapas posteriores, el enfoque se centra en contrarrestar la pérdida de densidad ósea a través del fortalecimiento. (47)

A medida que se desarrolla la fuerza y el aumento en el tamaño de los músculos como resultado del entrenamiento anaeróbico, las fuerzas generadas por las contracciones musculares aumentan, lo que a su vez incrementa la tensión mecánica experimentada por el hueso. Como respuesta, el hueso

debe aumentar su masa y resistencia para proporcionar una estructura de soporte adecuada. En consecuencia, cualquier aumento en la fuerza muscular o en la masa muscular podría llevar a un incremento correspondiente en la densidad mineral ósea (DMO), que se refiere a la cantidad de mineral depositado en una región específica del hueso. Por lo tanto, el ejercicio que promueve la hipertrofia muscular y la mejora de la fuerza también parece estimular el crecimiento del tejido óseo. (48)

Los programas de entrenamiento anaeróbico diseñados para fomentar el crecimiento óseo deben tener en cuenta la especificidad de la carga, incluir una gama adecuada de ejercicios, aplicar un aumento gradual en la resistencia y mantener la diversidad en las rutinas de ejercicio:

- La especificidad de la carga implica utilizar ejercicios que apliquen una carga directamente en la región específica del esqueleto que se busca fortalecer.
- Para mejorar la resistencia ósea, se recomienda realizar ejercicios que involucren múltiples articulaciones y dirijan las fuerzas a través de la columna vertebral y las caderas, conocidos como ejercicios estructurales. Además, se sugiere aplicar cargas externas más pesadas que las utilizadas en ejercicios monoarticulares asistidos. Entre los ejercicios considerados más efectivos para este propósito se encuentran las sentadillas, la cargada de fuerza, el peso muerto, la arrancada y el empuje sobre la cabeza para la parte inferior y el esqueleto axial, así como el press de hombros para la parte superior del cuerpo.
- Para estimular el aumento de la masa ósea, se emplea el principio de sobrecarga progresiva, que implica aumentar gradualmente las demandas sobre la musculatura ejercitada. Este enfoque asegura que las fuerzas mecánicas aplicadas no excedan un nivel crítico, evitando así el riesgo de fracturas debido a la fatiga estructural del hueso.
- La variación en el entrenamiento es otro aspecto importante para considerar al diseñar programas para estimular la formación de hueso nuevo. Cambiar la distribución y dirección de las fuerzas mediante la incorporación continua de diferentes ejercicios proporciona un estímulo único para la formación de hueso nuevo en una región ósea específica. Posteriormente, esto resulta en una formación de colágeno en múltiples direcciones, lo que aumenta la resistencia del hueso en esas direcciones.

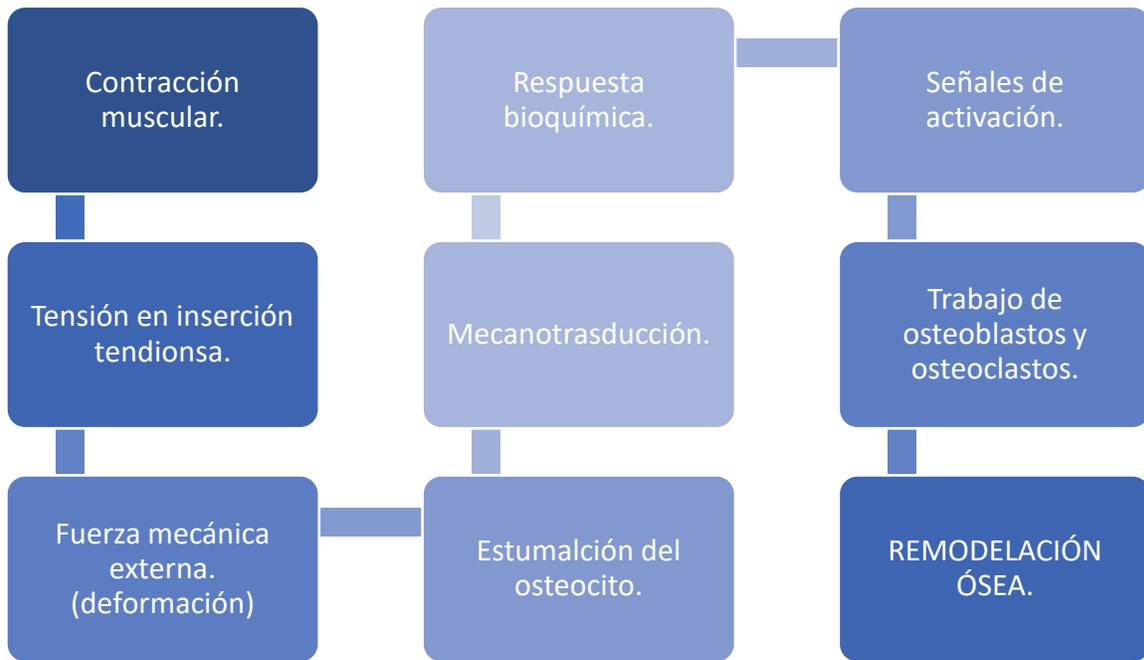
(45)

En resumen, los elementos del esfuerzo mecánico que favorecen el desarrollo óseo comprenden la cantidad de carga o la intensidad, la velocidad de aplicación, la orientación de las fuerzas y el volumen total de carga (total de reps.). El tiempo requerido para observar cambios óseos es bastante extenso, generalmente a partir de los 6 meses, y está significativamente afectado por la estructura del programa. Aunque el proceso de adecuación ósea comienza a las pocas sesiones de iniciar el pan de ejercicios.

Para que se puedan notar beneficios en la formación ósea como resultado de un programa de ejercicio, es necesario que los huesos experimenten una carga mecánica mayor que la que se experimenta en las actividades cotidianas. (48)

La teoría del estrés físico (PST) ha sido fundamental en la recomendación del ejercicio durante muchos años. Esta teoría se basa en la respuesta predecible de los tejidos, órganos y sistemas a los factores de tensión mecánica y fisiológica. Cuando un tejido experimenta una tensión o carga mayor de lo habitual, responde adaptándose para manejar y amortiguar esa tensión de manera más efectiva. Cada tejido, órgano o sistema reacciona de manera consistente al estrés o la falta de estrés. Por ejemplo, la falta de estrés puede llevar a problemas como la osteoporosis en el sistema esquelético. Por lo tanto, los fisioterapeutas aplican los principios de la PST al prescribir ejercicio aeróbico para mejorar la salud cardiovascular o ejercicios de resistencia para fortalecer los huesos en casos de osteoporosis. Una vez que el tejido, órgano, sistema y persona se adaptan a un nivel particular de estrés, este nivel se convierte en la norma o nivel de mantenimiento, y se requieren niveles más altos de estrés para lograr mayores mejoras. (37)

**Figura 2.** Mecanismo de acción del ejercicio sobre el hueso.



Las actividades realizadas en los protocolos abarcan desde ejercicios para mejorar la resistencia cardiovascular hasta ejercicios para fortalecer los músculos, soportar carga, trabajar en el equilibrio y mantener una postura adecuada para prevenir caídas. Estos protocolos se ajustan a las recomendaciones actuales respaldadas por evidencia para la prescripción de actividad física. Estas recomendaciones enfatizan el impacto positivo del entrenamiento aeróbico, así como el entrenamiento de fuerza combinado con ejercicios de equilibrio para reducir el riesgo de caídas y fracturas. (49)

## 3. OBJETIVOS

### 3.1 Objetivo principal

Conocer la efectividad sobre la calidad ósea del ejercicio de fuerza como estrategia del tratamiento en la osteoporosis de personas mayores.

### 3.2 Objetivos específicos

- Conocer las medidas de densidad mineral ósea previo y posterior al entrenamiento de fuerza en adultos mayores con osteoporosis.
- Comparar los resultados de la densidad mineral ósea de entrenamiento de fuerza a corto y largo plazo en las personas mayores con osteoporosis.
- Resumir las dosificaciones recomendadas de ejercicio de fuerza/resistencia para adultos mayores con osteoporosis.
- Identificar beneficios relacionados a la salud en el adulto mayor con osteoporosis al realizar entrenamiento de fuerza

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Protocolo y registros

El protocolo de esta revisión bibliográfica está basado en la lista de verificación “PRISMA for scoping review” que contiene 20 puntos esenciales para poder realizar este tipo de investigación con la calidad necesaria y estar sustentada por una plataforma confiable. Este checklist se puede encontrar en la página oficial de prisma: <http://www.prisma-statement.org/Extensions/ScopingReviews>.

### 4.2 Criterios de elegibilidad

Las características principales de las fuentes de información que se tomaron en cuenta para realizar esta revisión bibliográfica fueron: información publicada oficialmente en bases de datos; información con 10 años de antigüedad; información en español e inglés; información exclusivamente de adultos mayores con osteoporosis; uso de ejercicio de fuerza/resistencia como tratamiento. Excluyendo información de adultos menores de 60 años; tratamientos médicos; tratamientos de vibración, tratamientos de equilibrio; condiciones médicas externas a la osteoporosis.

Esto así para poder tener la mayor cantidad de información confiable y reciente acerca de la osteoporosis en adultos mayores, diagnóstico, patogenia, epidemiología y la propuesta de tratamiento con ejercicio de resistencia y fuerza.

### 4.3 Fuentes de información

Las fuentes de información a usar son las que arrojen las bases de datos como publicaciones de libros, resúmenes, artículos de revisión sistemática y bibliográfica, que hayan sido publicados desde 2013 a la fecha actual en la que se realizó esta revisión bibliográfica.

### 4.4 Búsqueda

La búsqueda se realizó en las bases de datos ya mencionadas con las palabras clave: osteoporosis, adultos mayores, entrenamiento de resistencia y fuerza muscular. Donde estas palabras clave se usaron en español e inglés, para evitar la barrera del idioma. Se seleccionaron y se leyeron las fuentes de información que contenían las palabras claves dentro del título y abstract.

Ejemplo de búsqueda en la base de datos PubMed:

*“Osteoporosis AND elderly AND resistance training AND muscle strength”.*

Filtros aplicados: Libros y Documentos, Metaanálisis, Revisión, Revisión Sistemática, en los últimos 10 años.

#### **4.5 Selección de fuentes de evidencia**

Las bases de datos seleccionadas fueron PubMed, PEDro, Cochrane y ScienceDirect, ya que estas bases de datos son las que ofrecen información de calidad, posterior se realizó la búsqueda en cada una de ellas con la combinación de palabras Osteoporosis AND elderly AND resistance training AND muscle strength; así como también en español, aplicando filtro de 10 años de antigüedad y que fuera cualquier fuente de información oficial, posterior se leyeron los títulos y se seleccionaron los que contenían la mayoría de las palabras clave. Los seleccionados pasaron a un siguiente análisis de resumen/abstract dónde debía que contener información de adultos mayores de 60 años, que presentaran osteoporosis y que realizaran ejercicio de fuerza o resistencia a manera de tratamiento. Donde se excluían los que no tuvieran esta información en específico. Teniendo así de cada base de datos las fuentes seleccionadas, donde se vaciaron en una lista y se organizaron alfabéticamente y se eliminaron las fuentes duplicadas.

#### **4.6 Gráficos de datos.**

En caso de necesitar graficar algunos datos, se realizará en el software de Microsoft Excel, compilando los datos y realizando graficas que más convengan para los datos que en dado caso se lleguen a utilizar. Posterior mente se extraerá la gráfica y se exportará al software Microsoft Word, para poder complementar este documento con todos los elementos necesarios.

#### **4.7 Extracción de datos**

Dentro de cada resumen del artículo se extraerán los datos que debemos considerar, como lo es: autor y año; tipo de fuente de información; si es literatura gris; metodología; características del estudio; si es información de calidad; objetivos del estudio; conclusiones preliminares. Además, se extraerá información del entrenamiento de fuerza, duración de la intervención y calidad ósea en relación al tratamiento y beneficios secundarios en la salud de adultos mayores con osteoporosis al realizar entrenamiento de fuerza.

#### **4.8 Evaluación crítica de fuentes individuales de evidencia**

Las fuentes de información que se van a utilizar son las publicadas oficialmente en el tiempo correspondiente y de texto completo, en las bases de datos antes mencionadas, como lo son, publicaciones académicas, reportes de caso, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y bibliográficas. Donde se leerá el título de cada una de ellas, que incluyan el tratamiento dentro del tratamiento de la osteoporosis el uso del ejercicio de fuerza y/o resistencia. Posteriormente se analizará el Abstract/Resumen de cada uno y se elegirán los que cumplan con los siguientes requisitos: que hablen estrictamente de osteoporosis, que hablen de adultos mayores, que incluyan tratamiento con uso de fuerza/resistencia.

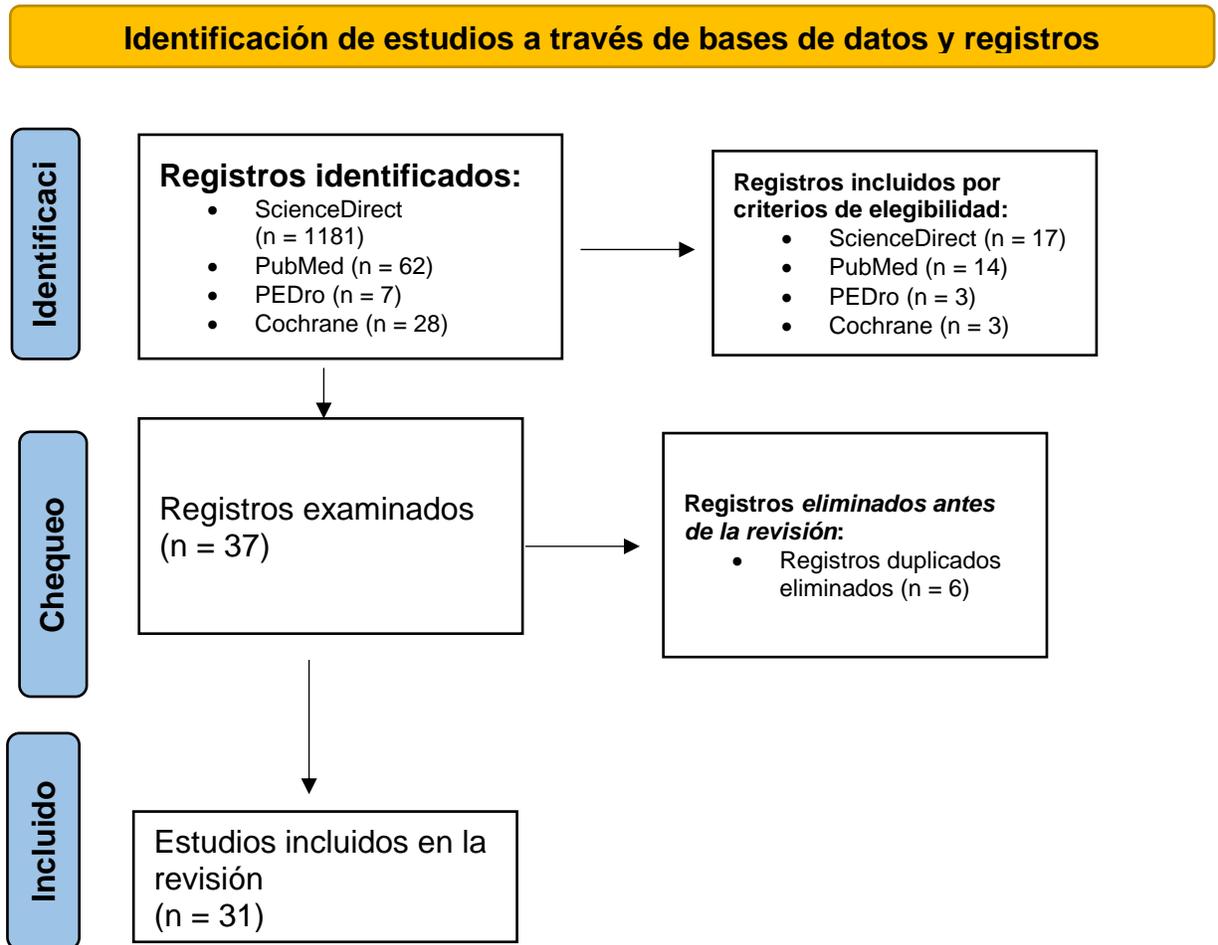
#### **4.9 Síntesis de resultados**

El manejo de la información se realizara con la extracción de la información de la fuente en cuestión, donde se leerá y se realizara un resumen del mismo, teniendo en cuenta que algunas fuentes de información contendrán tratamientos médicos, tratamientos de equilibrio, tratamiento de vibración; el cual este tipo de información dentro de la fuente no se tomará en cuenta y solo se manejará la información que como antes se mencionó, hable del uso de fuerza y resistencia en el tratamiento de la osteoporosis de los adultos mayores.

#### **4.10 Selección de fuentes de evidencia**

A continuación, se muestra la figura 3, donde se presenta gráficamente el proceso de selección de fuentes de información, donde la base de datos con más fuentes de información arrojadas es ScienceDirect con un total de 1181, y la que arrojó menor número fue PEDro con un total de 7. Posterior de aplicación de criterios de elegibilidad se obtuvieron 37 de los cuales 6 se encontraban duplicados, teniendo un total de 31 fuentes de información a analizar.

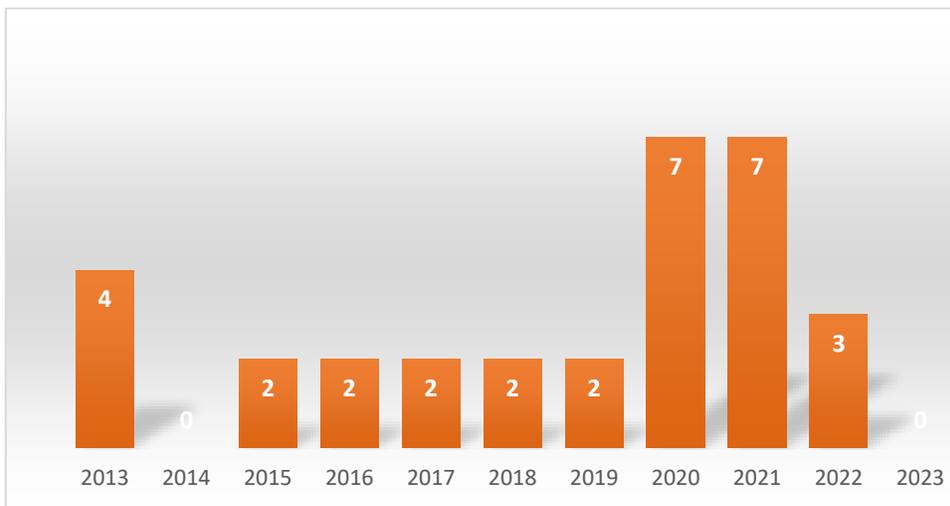
Figura 3. Diagrama prisma.



## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

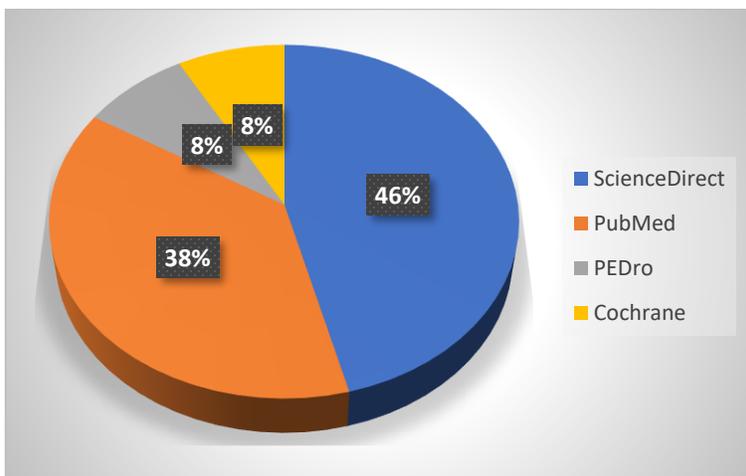
Tras la fase de búsqueda se obtuvieron 31 fuentes de información, ya aplicando los filtros necesarios para poder revisar la información. De los cuales la mayoría de estos se encontraron en el año 2020 y 2021.

**Figura 4.** Numero de artículos por año.



La base de datos donde más se recabo información fue ScienceDirect con un total de 46%, la base de datos donde menos se obtuvieron fue PEDro y Cochrane con 8%.

**Figura 5.** Porcentaje de fuentes de información por bases de datos



Dentro de la metodología "PRISMA for scoping review", se recomienda realizar una serie de check list de datos que deben de contener las fuentes de información para poderlas considerar de buena calidad, y así, sean usadas correctamente, esta información se encuentra organizada en la siguiente tabla. Tabla 3.

**Tabla 3.** Características de las fuentes de información seleccionadas.

	<b>Autor y año</b>	<b>Tipo de fuente de información</b>	<b>Literatura gris</b>	<b>Incluye Metodología</b>	<b>Incluye características del estudio</b>	<b>Información de calidad</b>	<b>Objetivos del estudio</b>	<b>Conclusiones preliminares</b>
<b>1</b>	Kistler-Fischbacher et. al. 2021	Ensayo controlado aleatorio	No	Si	Si	Si	Comparar la eficacia de un programa de entrenamiento de alta intensidad con impacto y resistencia (HiRIT), reconocido por su eficacia, con un grupo de control que realiza ejercicios de baja intensidad.	HiRIT mejoró la DMO de columna lumbar, así como la altura, la fuerza muscular y el rendimiento funcional
<b>2</b>	S. Karinkanta et. al. 2013	Ensayo controlado y aleatorizado	No	Si	Si	Si	Demostrar que la combinación de entrenamiento de fuerza, equilibrio, agilidad y salto previno el deterioro funcional y la fragilidad de huesos en mujeres mayores 60 años que vivían en casa.	Los efectos positivos observados en la estructura de la tibia cargada indicaron que el ejercicio también puede prevenir de la fragilidad ósea.
<b>3</b>	Ville Huovinen et. al. 2016	Ensayo clínico	No	Si	Si	Si	Investigación de los impactos de una intervención personalizada de entrenamiento de resistencia durante 16 semanas en la DMO, los indicadores de renovación ósea y el riesgo relativo (RR) de fractura	El entrenamiento de resistencia mostró un incremento del 6% en la densidad mineral ósea (DMO) total de la cadera. Se exploró el uso continuo de entrenamiento de resistencia supervisado como medida preventiva

							osteoporótica a lo largo de un período de 10 años.	contra fracturas osteoporóticas en mujeres de edad avanzada con disminución de la fuerza muscular.
4	Juliano Stefan Holubiac 2022	Capítulo de libro	No	N/A	N/A	Si	N/A	El entrenamiento de resistencia/fuerza muscular mejora la densidad mineral ósea de las mujeres postmenopáusicas.
5	Federico Hawkinsa et. al. 2021	Capítulo de libro	No	N/A	N/A	Si	N/A	La Sociedad Estadounidense de Medicina Deportiva afirma que los programas de ejercicio de bajo y alto impacto previenen la pérdida ósea, mientras que el entrenamiento de resistencia aumenta la masa ósea.
6	Lora Giangregorio et al. 2021	Capítulo de libro	No	N/A	N/A	Si	N/A	El tratamiento está indicado para déficits subyacentes de postura, fuerza y equilibrio que interfieren con el movimiento y la función seguros.

7	F.Zhang et. al 2022	Ensayo controlado aleatorio	No	Si	Si	Si	<p>Evaluar el efecto de un programa de ejercicios de resistencia en el hogar (HBRE) versus control sobre la función física, la autoeficacia del ejercicio, la caída de la eficacia y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS).</p>	<p>Un programa HBRE de 12 semanas fue una terapia no farmacológica segura para participantes de edad avanzada con osteoporosis, que mejoró la función física, la autoeficacia en el ejercicio redujo el miedo a caer y mejoró la CVRS.</p>
8	Christian Linero et. al. 2020	Ensayo clínico aleatorio	No	Si	Si	Si	<p>investigar los efectos del entrenamiento de resistencia (RT) de baja intensidad durante 12 semanas con restricción del flujo sanguíneo sobre la densidad mineral ósea (DMO), los marcadores de recambio óseo (BTM), las funciones físicas y la concentración de lactato en sangre en mujeres posmenopáusicas con osteoporosis u osteopenia.</p>	<p>Los resultados de la DMO de estudios anteriores mostraron una amplia variación después del entrenamiento de resistencia. Principalmente una formación de 12 meses con 70min 80% 1-RM de RT de alta intensidad, realizado al menos 2 series de 8min 10 repeticiones 3 veces por semana dieron como resultado un aumento de la DMO</p>

9	A. Khanna 2020	Revisión	No	Si	N/A	Si	Resumir los mecanismos y el uso de ejercicios de resistencia para mejorar o mantener la masa ósea y muscular.	Los ejercicios de resistencia pueden ayudar a regular la salud ósea y prevenir el desarrollo de osteoporosis. Estos pueden incluirse en los programas de ejercicio diseñados para pacientes osteoporóticas o posmenopáusicas.
10	Shweta Shenoy et. al. 2013	Estudio transversal de control aleatorio.	No	Si	Si	Si	Evaluar la influencia de la ingesta de proteína aislada de soja y los ejercicios de resistencia sobre la fuerza muscular isocinética, la resistencia, la potencia y los parámetros de salud ósea en mujeres posmenopáusicas osteopénicas/osteoporóticas.	Tras la intervención, se observaron cambios significativos en el rendimiento muscular, sugiriendo que los incrementos en la resistencia ósea podrían estar relacionados con las mejoras en la fuerza muscular.
11	B. Stanghelle et. al. 2020	Ensayo controlado aleatorio	No	Si	Si	Si	Examina si las pautas actuales de ejercicio para la osteoporosis, cuando se aplican a personas con fracturas vertebrales, pueden mejorar los resultados de salud.	Un programa de ejercicio supervisado de equilibrio y resistencia multicomponente durante doce semanas ha demostrado mejorar la fuerza muscular y el equilibrio, así como reducir el miedo a caerse en mujeres con

								osteoporosis y historial de fracturas vertebrales.
<b>12</b>	Wolfgang Kemmler et al. 2020	Ensayo clínico	No	Si	Si	Si	Evaluar el efecto de la DRT (Ejercicio Resistencia Dinámica) de bajo volumen/alta intensidad (HIT) sobre la densidad mineral ósea (DMO) y el índice de masa del músculo esquelético (IMS) en hombres con osteosarcopenia	La intervención combinada que incluyó entrenamiento de alta intensidad (HIT), entrenamiento de resistencia (RT), suplementación de proteínas, vitamina D y calcio a niveles bajos fue viable, segura y efectiva para tratar la sarcopenia y la osteopenia/osteoporosis en hombres mayores con osteosarcopenia.
<b>13</b>	Yu-Hao Lee et al. 2021	Ensayo controlado, aleatorizado, prospectivo, simple ciego.	No	Si	Si	Si	Investigación que examina los efectos del ejercicio de resistencia utilizando bandas elásticas en la capacidad física y la composición corporal de mujeres mayores con adiposidad osteosarcopénica.	Un programa de entrenamiento de resistencia progresivo con bandas elásticas de 12 semanas aumentó significativamente la capacidad física y mejoró la densidad ósea; sin embargo, sin un entrenamiento persistente, el efecto positivo disminuyó a los 6 meses de seguimiento.

14	Amy T. Harding et al. 2020	Ensayo controlado semialeatorizado	No	Si	Si	Si	Evaluar los impactos de dos programas de ejercicio de alta intensidad, realizados bajo supervisión y con una frecuencia de dos veces por semana, en la geometría ósea y la fuerza en el fémur proximal, así como en los sitios distal y proximal de la tibia y el radio, en hombres de mediana edad y mayores que padecen de osteopenia y osteoporosis.	Los hallazgos indican que el HiRIT supervisado proporciona un estímulo positivo al hueso cortical en el cuello femoral medial
15	Belinda R. et al. 2016	Revisión	No	Si	Si	Si	Proporcionar a los profesionales de la salud pautas específicas basadas en evidencia para la prescripción de ejercicio segura y efectiva para la prevención o el tratamiento de la osteoporosis	La evidencia de ensayos en humanos indica que el hueso responde positivamente al entrenamiento de resistencia progresiva de alta intensidad.
16	Robin Daly et al. 2018	Artículo de prensa	No	N/A	N/A	Si	Proporcionar una descripción general de los principios generales del entrenamiento y las características de carga específicas que subyacen a las pautas de ejercicio actuales para la prevención de la osteoporosis	El entrenamiento con ejercicios para mujeres posmenopáusicas es un enfoque eficaz para mejorar múltiples factores de riesgo de fracturas, pero los beneficios dependen del tipo y la dosis prescritas.

17	Franca Genest et al. 2021	Estudio piloto prospectivo, aleatorio y controlado	No	Si	Si	Si	Comparar cuatro intervenciones de ejercicio distintas	Las intervenciones de ejercicio simples son factibles en hombres de edad avanzada y obtienen beneficios específicos, es decir, se logran mejoras en aquellas tareas abordadas por los pacientes.
18	SL Watson et al. 2015	Ensayo de intervención de ejercicio controlado, aleatorio, simple ciego	No	Si	Si	Si	Determinar la seguridad y eficacia del entrenamiento de resistencia progresiva (HiPRT) breve, dirigido a los huesos y de alta intensidad con carga de impacto para mujeres posmenopáusicas con baja masa ósea	HiPRT breve supervisada con carga de impacto es una terapia de ejercicio segura y eficaz para mujeres posmenopáusicas con masa ósea baja o muy baja.
19	Daniel Souza et al. 2020	Una revisión sistemática con metaanálisis de ensayos clínicos aleatorios	No	Si	Si	Si	Comparar los efectos del entrenamiento de resistencia (RT) de carga alta ( $\geq 70$ de 1RM) y de carga baja ( $< 70$ de 1RM) sobre la densidad mineral ósea (DMO) del cuello femoral y la columna lumbar en personas de mediana edad y mayores.	Tanto el entrenamiento de resistencia de carga alta como la de baja carga tienen efectos similares sobre la DMO del cuello femoral y la columna lumbar en personas de edad avanzada

<b>20</b>	M. Hoke et al. 2020	Comunicación corta	No	N/A	N/A	Si	El objetivo de este informe es revisar brevemente los conocimientos actuales sobre el impacto del ejercicio sobre la DMO en mujeres posmenopáusicas en lo que respecta a las fracturas por fragilidad	Las mujeres osteoporóticas deben seguir un régimen basado en la resistencia que incorpore ejercicios de soporte de peso y también centrarse en la postura y el equilibrio.
<b>21</b>	R. Nasr 2019	Comunicación corta	No	N/A	N/A	Si	Explorar el efecto del entrenamiento de resistencia, resistencia y ejercicio combinado sobre la masa ósea en un grupo de sujetos de edad avanzada.	El entrenamiento de resistencia puede estimular la ganancia ósea, mientras que el entrenamiento de resistencia aeróbica puede mitigar la pérdida ósea en sitios clínicamente importantes de fracturas osteoporóticas en sujetos de edad avanzada.
<b>22</b>	Hayman Saddik et al. 2021	Ensayo clínico	No	Si	Si	Si	Investigar las relaciones entre la fuerza muscular de las extremidades y la densidad mineral ósea (DMO) en un grupo de sujetos de edad avanzada con un índice de masa de músculo esquelético (IMM) bajo	El estudio actual muestra que la fuerza muscular de las extremidades se correlaciona positivamente con la DMO de la cadera en sujetos de edad avanzada con SMI bajo

23	Riad Nasr et al. 2018	Ensayo clínico aleatorio	No	Si	Si	Si	El objetivo del presente estudio fue explorar las relaciones entre los índices de fuerza muscular máxima y parámetros óseos (densidad mineral ósea, índices de geometría de la cadera y puntuación del hueso trabecular) en un grupo de mujeres mayores.	La fuerza muscular en la parte inferior y miembros superiores se asoció positivamente con varios resultados óseos que reflejan masa y arquitectura.
24	A. Winkelmann et al. 2015	Comunicación corta	No	N/A	N/A	Si	Discutir alternativas innovadoras (con un menor nivel de evidencia) que pueden utilizarse de forma pragmática.	Se ha demostrado que estos pacientes en particular pueden beneficiarse de actividad física y también de entrenamiento de fuerza y coordinación muscular.
25	Evelien Gielen 2019	Revisión	No	N/A	N/A	Si	N/A	Las intervenciones no farmacológicas, como la terapia con ejercicios físicos, pueden contribuir a reducir el riesgo de fracturas al aumentar la DMO y mejorar la masa y la función muscular

<b>26</b>	Michele Aquino et al. 2020	Informe de un caso	No	Si	Si	Si	Evaluar el grado en que un programa de entrenamiento de resistencia basado en la potencia de 12 meses mejoró la densidad mineral ósea (DMO) y el riesgo de caídas en una mujer posmenopáusica de 70 años con osteoporosis y mayor riesgo de caídas	Una intervención de entrenamiento de resistencia de 12 meses que comprendía movimientos realizados con movilización de fuerza máxima (es decir, entrenamiento de potencia) mejoró la puntuación DGI y la DMO en una mujer posmenopáusica de 70 años con osteoporosis.
<b>27</b>	Sandor Balsamo et al. 2013	Estudio transversal de control aleatorio.	No	Si	Si	Si	Comparar, en un estudio transversal, la DMO de mujeres posmenopáusicas sometidas a entrenamiento de resistencia y mujeres posmenopáusicas que realizan ejercicios acuáticos con pesas.	El entrenamiento de resistencia y los ejercicios acuáticos con pesas podrían ser una estrategia no farmacológica para prevenir la pérdida de DMO en mujeres posmenopáusicas.
<b>28</b>	María Grazia Benedetti et al. 2018	Artículo de revisión	No	Si	Si	Si	Comparar la eficacia de los distintos tipos de ejercicio en los adultos mayores con osteoporosis para mejorar los niveles de DMO	Los tipos de ejercicios más efectivos sobre la DMO del cuello del fémur, que deben considerarse en la práctica clínica, parecen ser el entrenamiento de fuerza de resistencia progresiva para las extremidades inferiores.

29	Kanako Hamaguchi et al. 2017	Estudio piloto	No	Si	Si	Si	Investigar los efectos del entrenamiento de potencia con cargas ligeras y pocas repeticiones sobre la DMO en mujeres posmenopáusicas japonesas con sarcopenia.	Seis semanas de entrenamiento de potencia con cargas ligeras y pocas repeticiones mejoraron la DMO de la pelvis y la fuerza de los extensores de la rodilla en mujeres posmenopáusicas con sarcopenia.
30	Michelle Gris et al. 2013	Ensayo clinico aleatorio	No	Si	Si	Si	El propósito de esta intervención de ejercicio de 48 semanas fue diseñado para examinar los efectos del entrenamiento de potencia y resistencia sobre la densidad mineral ósea (DMO).	Los resultados de este estudio sugieren que el entrenamiento de potencia y de resistencia son técnicas comparables para mantener la densidad ósea.
31	Amy T. Harding et al. 2017	Ensayo controlado semialeatorizado	No	Si	Si	Si	El objetivo principal del estudio propuesto es examinar la eficacia de un programa de carga de impacto y entrenamiento de resistencia progresiva de alta intensidad supervisado de 8 meses en comparación con un programa de entrenamiento de ejercicio isométrico supervisado basado en máquina que utiliza el sistema bioDensity en hombres mayores con baja la masa ósea.	Al examinar los efectos de dos programas de ejercicio no tradicionales sobre la salud musculoesquelética y los factores de riesgo de caídas en una población poco investigada, nuestros hallazgos contribuirán con evidencia hacia el desarrollo de una terapia no farmacológica eficaz para la osteoporosis.

## 5.1 Ejercicio en la Osteoporosis

Las personas de edad avanzada que padecen osteoporosis suelen experimentar debilitamiento muscular y pérdida de fuerza debido a factores como desequilibrios hormonales, falta de actividad física, reducción de fibras musculares, malnutrición, entre otros, lo que puede resultar en una disminución de su capacidad física. Estudios han confirmado que la función física tiende a ser más deficiente en la población anciana. (50)(51)

A menudo, la preocupación acerca de la fragilidad de los huesos ha resultado en la recomendación de un enfoque de ejercicio más suave y de menor intensidad para tratar la osteoporosis. Durante mucho tiempo, el principal propósito del ejercicio en el tratamiento de la osteoporosis se centraba en la prevención de caídas. No obstante, estudios recientes han demostrado que el ejercicio de alta intensidad es efectivo para promover la formación ósea y es seguro tanto para mujeres posmenopáusicas como para hombres de edad avanzada con niveles bajos o muy bajos de densidad ósea. (52)

## 5.2 Entrenamiento de fuerza en Osteoporosis

El entrenamiento mediante ejercicios dirigido a mujeres posmenopáusicas ha demostrado ser eficaz para mejorar diversos factores de riesgo relacionados con fracturas. Sin embargo, los beneficios resultantes dependen de la naturaleza y la intensidad de los ejercicios recomendados. Actualmente, no se ha establecido un programa de entrenamiento definitivo para prevenir la osteoporosis y las fracturas asociadas, pero existe un conjunto creciente de pruebas que respalda la importancia de programas que integran una variedad de enfoques, incluyendo actividades de impacto con carga de peso de corta duración y diversificadas, ejercicios de resistencia progresiva dirigidos a los músculos relevantes para la cadera y la columna, así como actividades desafiantes que mejoran el equilibrio y la movilidad funcional. (53)

Hacer ejercicio es una estrategia ampliamente reconocida para evitar la disminución de la densidad ósea a medida que envejecemos, sin embargo, se necesita un nivel de intensidad considerable para desencadenar una respuesta beneficiosa en la adaptación del tejido óseo. (52) Después de la etapa crucial de acumulación ósea, mantener la práctica de actividad física sigue siendo esencial para preservar e incluso incrementar la densidad mineral ósea (DMO). (54)

Se cuenta con pruebas que respaldan los beneficios de los ejercicios aeróbicos, de levantamiento de peso y de resistencia en cuanto a la mejora de la densidad mineral ósea (DMO) en la columna vertebral. (55) Sin embargo, únicamente alrededor del 10% de las personas mayores se compromete de forma consistente en ejercicios de fortalecimiento. (56)

El ejercicio de resistencia o de levantamiento de peso se ha comprobado como una estrategia efectiva para mantener o incluso aumentar tanto la densidad mineral ósea (DMO) como la fuerza muscular. Estos beneficios combinados pueden disminuir el riesgo de caídas y, por consiguiente, el riesgo de fracturas ya sea a través de una mejora en el equilibrio o por la estimulación de un efecto osteogénico debido a la carga mecánica. (57) En contraste, se ha observado que el ejercicio aeróbico es menos efectivo en la prevención de la osteoporosis. (58)

El entrenamiento de resistencia se presenta como una prometedora estrategia para preservar o incrementar la masa y densidad ósea, a través de un programa de acondicionamiento físico que contribuye a mejorar la salud, la forma física y el desempeño atlético. Este tipo de entrenamiento incluye el uso de pesas libres, máquinas de pesas, balones medicinales, bandas elásticas, entre otros. La investigación ha establecido que tanto el ejercicio como las actividades deportivas proporcionan estímulos mecánicos a los tejidos articulares y óseos, lo que contribuye a mantener las características del tejido. La mayoría de los ejercicios con pesas generan una carga significativa en las extremidades inferiores, lo que resulta en efectos beneficiosos para la salud ósea en la cadera. (59)(60)

La base de estos ejercicios reside en el estímulo mecánico indirecto que ejercen sobre el hueso. Al igual que los ejercicios de levantamiento de pesas, el entrenamiento de fuerza genera una fuerza de reacción en las articulaciones y fortalece los músculos, lo que resulta en beneficios clínicos significativos para la densidad mineral ósea (DMO), particularmente en la columna lumbar y, en mayor medida, en el cuello femoral. Esta forma de actividad se caracteriza como "sin impacto" y puede llevarse a cabo con resistencia (como en el levantamiento de pesas) o sin ella (como en la natación o el ciclismo). (61)

Se ha planteado la idea de que actividades que implican levantar cargas pesadas en un número limitado de repeticiones generan niveles elevados de tensión, lo que podría ser beneficioso para aumentar la densidad mineral ósea (DMO). Investigaciones de corte transversal han revelado que las personas que se ejercitan con entrenamiento de resistencia poseen una DMO superior en comparación con aquellas que son inactivas. Los estudios han constatado incrementos o la preservación de la DMO en individuos que realizan entrenamientos que involucran cargas pesadas y un número reducido de repeticiones. (62)

### **5.3 Ejercicios, su dosificación y eficacia**

Durante la revisión se encontraron varios estudios de los que hablaban de dosificaciones, ejercicios y demás, por lo que a continuación se presenta los más relevante de estos estudios revisados.

El programa de entrenamiento de resistencia de alta intensidad incluyó tres ejercicios de levantamiento de peso libre: peso muerto, sentadilla trasera y press de hombros. Durante las primeras dos semanas de la intervención, que tuvo una duración de 8 meses, se utilizaron cargas mínimas para permitir que los participantes se familiarizaran con la técnica de levantamiento adecuada. Tras este período de adaptación, se llevaron a cabo cinco series de cinco repeticiones para cada uno de los ejercicios de resistencia. Se incrementaron de manera progresiva las cargas a fin de alcanzar y mantener una intensidad de entrenamiento que oscilaba entre el 80% y el 85% de su máxima capacidad de levantamiento (1 RM). Para lograr cambios notables, generalmente se requieren series de menos de 8 repeticiones. (52) El entrenamiento de resistencia de alta intensidad resultó en una mejora del 2% en la densidad mineral ósea (DMO) de la columna lumbar en comparación con los ejercicios de baja intensidad. La máxima carga levantada en el peso muerto durante el período de intervención de 8 meses se mostró como un predictor significativo del cambio en la DMO de la columna lumbar. La creciente cantidad de pruebas sugiere que el entrenamiento de resistencia de intensidad moderada a alta representa un estímulo más efectivo para desencadenar una respuesta osteogénica en la columna vertebral. (52)

Otro grupo de entrenamiento de resistencia siguió un período de adaptación de 6 semanas, durante el cual los participantes se familiarizaron con el equipo de entrenamiento. Posteriormente, los instructores evaluaron las cargas de entrenamiento apropiadas para los participantes. La intensidad del entrenamiento se estableció en un rango del 50 al 60% de su máxima capacidad de levantamiento (1RM) con 2 series y 10-15 repeticiones iniciales. Con el tiempo, la intensidad se incrementó gradualmente hasta llegar al 75-80% de 1RM, con un rango de 3 series y 8-10 repeticiones. El programa incluía ejercicios que involucraban grupos musculares principales, como levantarse de una silla con un chaleco con pesas, sentadillas, prensas de piernas, movimientos de abducción y extensión de cadera, elevación de pantorrillas y ejercicios de remo con máquinas de resistencia. Se observaron efectos beneficiosos del entrenamiento en la estructura del hueso de la tibia sometida a carga. Aunque el ejercicio no condujo a un aumento en la masa ósea en el cuello femoral, se notó un impacto del tratamiento en la estructura del cuello femoral entre los diferentes grupos de entrenamiento. (55)

Se llevó a cabo un programa de entrenamiento que consistió en 3 sesiones semanales, cada una de 60 minutos, supervisadas por un fisioterapeuta debidamente capacitado, durante un período de 16 semanas. Las actividades incluyeron ejercicios como prensas de piernas, prensas de pecho, remo sentado, abdominales, extensiones de espalda, curls y abducciones de cadera. Los participantes realizaron tres series de 8 a 15 repeticiones con una carga que oscilaba entre el 50% y el 80% de su capacidad máxima

de levantamiento (1 RM). El entrenamiento de resistencia pareció aumentar la densidad mineral ósea (DMO) total en la cadera en un promedio del 6%. El cambio en la DMO total de la cadera se debió principalmente al incremento de la masa ósea en la región intertrocanterea. El impacto positivo del ejercicio en la DMO total de la cadera podría estar vinculado a la incorporación de movimientos, como las abducciones de cadera, que estimulan los músculos glúteos insertados en el trocánter mayor. Sin embargo, después de un año de inactividad y seguimiento, se observó que los niveles volvieron a los valores iniciales, lo que sugiere que es necesario mantener un entrenamiento de resistencia constante para conservar los resultados. (57)

Hacer ejercicio incrementa la densidad mineral de los huesos, su masa y fortaleza, al mismo tiempo que influye en sus características mecánicas. Parece ejercer un efecto directo o indirecto sobre la mayoría de las células del tejido óseo, afectando diversos aspectos del proceso de renovación del hueso. Es ampliamente reconocido que el hueso responde a estímulos mecánicos, se adapta al estrés mecánico y reacciona a las fuerzas aplicadas. (51)

La densidad mineral ósea (DMO) aumentó de manera paralela al incremento en la masa muscular, lo cual sugiere que el aumento en la masa muscular genera una mayor tensión mecánica en el hueso, lo que a su vez estimula la formación ósea específica en ese sitio a través de la actividad de osteoblastos y la activación de osteocitos. (57)

Según la Sociedad Estadounidense de Medicina del Deporte, los programas de ejercicio de bajo y alto impacto tienen la capacidad de prevenir la pérdida de densidad ósea, mientras que el entrenamiento de resistencia contribuye a aumentar la masa ósea. (63)

El siguiente plan de ejercicios comenzó con un calentamiento de 10 minutos en una cinta rodante a una velocidad de 3 km/h, seguido de ejercicios de estiramiento básico. En cuanto al entrenamiento de resistencia, todos los participantes realizaron ejercicios como prensa de piernas bilateral, extensión de piernas, curl de bíceps con mancuernas y extensión de tríceps. La intensidad del entrenamiento de resistencia se estableció en un rango del 60% al 80% de su capacidad máxima de levantamiento (60% de 1 RM en las primeras dos semanas, 70% de 1 RM en las siguientes dos semanas, y 80% de 1 RM en la quinta y duodécima semana), con 10 repeticiones y 3 series para cada ejercicio, con un descanso de 60 segundos entre series. Después de 12 semanas de intervención, no se observaron cambios en la densidad mineral ósea (DMO) en ninguno de los grupos de entrenamiento, lo que llevó a investigar que el proceso normal de remodelación ósea requiere aproximadamente 24 semanas para construir hueso nuevo. (58)

Un estudio señala que los ejercicios de alta intensidad, caracterizados por su naturaleza dinámica y cortos, tienen la capacidad de estimular la formación ósea. En este contexto, se recomienda un programa de entrenamiento de potencia que se realice cuatro veces por semana, utilizando cargas significativas (del 70% al 90% de su capacidad máxima de levantamiento) y con un bajo número de repeticiones (6 repeticiones). Asimismo, se observó que un programa de entrenamiento de fuerza de alta intensidad durante un año resultó en un aumento del 1% en la densidad mineral ósea en el cuello femoral y la columna lumbar en mujeres posmenopáusicas, en comparación con el grupo de control, donde las mujeres experimentaron una pérdida del 2.5% y el 1.8% en estos mismos lugares. Estos hallazgos sugieren que los programas de entrenamiento de fuerza a largo plazo pueden incrementar o, al menos, mantener la densidad mineral ósea en distintos sitios del cuerpo, y resultan ser más eficaces a largo plazo. (59)

En este plan de ejercicios, se emplearon cargas livianas, y los participantes realizaron una serie de 15 repeticiones a un nivel de carga del 40-50% de su capacidad máxima de levantamiento (1RM). A lo largo del tiempo, se llevó a cabo una progresión gradual, alcanzando finalmente tres series de 8 a 12 repeticiones con una carga del 60-80% de 1RM. Este protocolo incluyó un total de 10 ejercicios dinámicos para las extremidades inferiores y superiores, con una duración total de 40 a 50 minutos. Como resultado, este grupo mostró mejoras en la fuerza, la potencia, el aumento de la masa muscular y, en consecuencia, una

mejora en la salud ósea, aunque no se mencionaron cambios específicos en la densidad mineral ósea (DMO), que suele ser un indicador importante para evaluar la osteoporosis. (64)

Se implementó un programa de entrenamiento de resistencia progresiva que abarcó todos los grupos musculares principales. Este programa constó de ocho ejercicios distintos realizados en un circuito, los cuales incluyeron sentadillas, step-ups y step-ups laterales, remo vertical para fortalecer y mantener la postura de la parte superior de la espalda, elevación diagonal para fortalecer la región lumbar, así como press de pecho y curl de bíceps para fortalecer las extremidades superiores. Además, se proporcionaron recomendaciones para ejercicios de prevención de caídas y se siguieron las pautas actuales relacionadas con la actividad física para adultos mayores. Los participantes asistieron a sesiones grupales de ejercicio dos veces por semana durante un período de 12 semanas, con una duración de 1 hora por sesión. Este estudio demostró que un programa de resistencia de múltiples componentes, en línea con las directrices actuales, conllevó a mejoras en la aptitud física en términos de fuerza muscular y equilibrio, además de reducir el temor a caer en mujeres mayores que habían experimentado fracturas vertebrales osteoporóticas. (65)

El protocolo FROST demostró tener un impacto positivo en el ejercicio de resistencia dinámica, siendo eficaz en términos de tiempo, alta velocidad, alta intensidad y alto esfuerzo en la zona de la columna lumbar y en la densidad mineral ósea (DMO) del fémur proximal, así como en la masa magra corporal y la fuerza muscular. Este estudio se llevó a cabo en individuos que vivían de forma independiente, con edades comprendidas entre los 73 y 91 años. Como resultado, se observaron mejoras en la DMO en personas mayores al aplicar este protocolo de ejercicios específico denominado FROST. (66)

Se llevó a cabo un programa de ejercicios que tenía una frecuencia de 3 veces por semana, sumando un total de 36 sesiones a lo largo de 12 semanas. Los participantes fueron distribuidos en grupos pequeños, con menos de seis personas por sesión de entrenamiento. Cada sesión se componía de 10 minutos de ejercicios de calentamiento, seguidos de 40 minutos de ejercicios de resistencia utilizando bandas elásticas, y finalizaba con 5 minutos de ejercicios de enfriamiento. Los ejercicios de resistencia se enfocaron en trabajar todos los grupos musculares principales, abarcando los hombros, brazos, extremidades inferiores, pecho y abdomen, con 1 o 2 ejercicios designados para cada grupo muscular. Cada ejercicio se realizaba a través de un total de 3 series, con 10 repeticiones que incluían contracciones concéntricas y excéntricas suaves a lo largo de todo el rango de movimiento. (67) La densidad mineral ósea (DMO) y el T-score de la columna vertebral experimentaron un incremento notable en el grupo de estudio, al igual que la mejora en las capacidades físicas para llevar a cabo otras actividades diarias. Esto sugiere que hubo efectos secundarios beneficiosos en estas actividades. Sin embargo, es importante destacar que el efecto positivo en la DMO y el T-score no se mantuvo durante el seguimiento a los 6 meses. (67)(53)

El ensayo LIFTMOR-M fue el primer estudio que investigó los efectos de un programa de entrenamiento supervisado de resistencia e impacto progresivo de alta intensidad (HiRIT) basado en máquinas durante ocho meses en hombres mayores. La parte de entrenamiento de resistencia incluyó ejercicios compuestos con barra y consistió en cinco series de cinco repeticiones, con cargas de al menos el 80-85% de su capacidad máxima de levantamiento (1RM) para los tres ejercicios fundamentales: peso muerto, sentadilla y press de hombros. Estos ejercicios se realizaron con una velocidad de contracción moderada (1 segundo en la fase concéntrica y 2 segundos en la excéntrica), siguiendo un ritmo de 2-0-1, y se intercalaron con un minuto de descanso entre series. Durante las dos primeras semanas de familiarización, se llevaron a cabo variantes de bajo peso de los ejercicios fundamentales, enfocándose en el desarrollo de la técnica y los patrones de movimiento que preservan la salud de la columna (por ejemplo, aprendizaje de la técnica de flexión de cadera y evitación de la flexión de la columna). Se realizaron pruebas de una repetición máxima (1RM) para los ejercicios de peso muerto y sentadilla en las semanas 12 y 24 para guiar la progresión del peso. El programa HiRIT supervisado, que incorpora ejercicios compuestos multiarticulares y un enfoque

de entrenamiento de resistencia progresiva de alta intensidad, resultó en mejoras o la preservación de los índices de fuerza ósea en la tibia y el fémur proximal en hombres mayores. (68)(69) El objetivo del ensayo LIFTMOR enfocado en la salud ósea, que tuvo una duración de 8 meses, fue mejorar la densidad mineral ósea (DMO), la masa magra y grasa, así como la función física en mujeres posmenopáusicas con masa ósea baja a muy baja. Los resultados iniciales claramente indican que el entrenamiento de resistencia de alta intensidad progresiva y el ejercicio de impacto son no solo seguros, sino también eficaces para mejorar la masa ósea y significativamente potenciar la función física en esta población. (70)

Se llevó a cabo un programa de entrenamiento de resistencia convencional, diseñado de manera individualizada y supervisado por profesionales, con un énfasis especial en el fortalecimiento del núcleo. Este programa incluyó 8 ejercicios distintos y se realizó en un gimnasio de alto nivel destinado a atletas profesionales. El entrenamiento de resistencia arrojó resultados sobresalientes en términos de fortaleza en el área del tronco y mejoró el rendimiento físico, como lo indican las escalas de acondicionamiento para adultos mayores. Se observaron diferencias positivas en cuanto a la adherencia a la actividad física, y es importante destacar que no se reportaron eventos adversos durante la intervención. (71)

El entrenamiento de resistencia con cargas ligeras puede ser una estrategia eficaz para combatir la pérdida de masa ósea relacionada con la edad en el cuello femoral y la columna lumbar en personas de edad avanzada, especialmente cuando estas personas tienen una densidad mineral ósea reducida. No obstante, el entrenamiento de resistencia con cargas más pesadas parece brindar mejores resultados cuando se lleva a cabo en lapsos más cortos y en personas con una densidad mineral ósea más elevada. Por lo tanto, los profesionales de la salud que trabajan con esta población pueden optar por la estrategia de entrenamiento de resistencia basándose en la conveniencia y las características específicas de los pacientes. (72)

En los ejercicios de pesas o de fuerza y resistencia, los músculos se activan en oposición a una fuerza o carga mecánica. Se ha comprobado que esta actividad ayuda a reducir la pérdida de minerales óseos relacionada con el envejecimiento y fomenta la formación de nuevo tejido óseo. Si bien tradicionalmente implica el levantamiento de pesas, también puede abarcar ejercicios como las sentadillas, las flexiones, los step-ups y las dominadas. (73)

En un grupo de entrenamiento de resistencia, llevaron a cabo un programa de entrenamiento progresivo que se realizó dos veces por semana a lo largo de un período de 12 meses. Cada sesión de entrenamiento de resistencia consistió en la realización de ejercicios con pesas dirigidos tanto a las extremidades como al tronco, realizando 3 series de 10 repeticiones con cargas equivalentes al 70-75% de su capacidad máxima de levantamiento (1RM) para cada grupo de músculos. Como resultado, se observó que este entrenamiento de resistencia condujo a mejoras en los valores de densidad mineral ósea (DMO) en la columna lumbar, la cadera y el cuello femoral. En resumen, se concluye que el entrenamiento de fuerza es eficaz para aumentar la DMO. (74)

Este estudio realizado en un grupo de individuos de edad avanzada en Líbano, que presentaban un bajo índice de masa de músculo esquelético, revela principalmente que existe una correlación positiva entre la fuerza muscular de las extremidades superiores e inferiores (evaluada a través de ejercicios como extensión de pierna con 1RM, flexión de piernas con 1RM, elevación de pantorrilla con 1RM, bíceps con 1RM y tríceps con 1RM) y la densidad mineral ósea (DMO) de la cadera. En el conjunto de la población, se observó una correlación positiva entre la masa magra y los valores de DMO, así como con los indicadores geométricos de la fuerza del cuello femoral. De este modo, se concluye que la masa magra constituye un predictor relevante de los parámetros de salud ósea en las personas mayores. (75)

En este estudio, se reclutaron 35 mujeres ancianas en buen estado de salud, con edades comprendidas entre 65 y 75 años. Se encontró que la capacidad de levantar una repetición máxima (1 RM) en el press de banca se correlacionaba de manera significativa con la densidad mineral ósea (DMO) en el cuello

femoral y la cadera total. Del mismo modo, se observó una correlación positiva entre el levantamiento de una repetición máxima (1 RM) en la prensa de piernas y la DMO en la columna lumbar. Se concluyó que un mayor contenido de masa magra se traduce en la capacidad de manejar cargas dinámicas más pesadas, lo que, a su vez, se conoce por estimular una respuesta adaptativa que mejora la salud ósea y reduce la pérdida de densidad ósea en personas de edad avanzada. En este contexto, el entrenamiento de fuerza o resistencia, que se caracteriza por aumentar la masa muscular y mejorar el rendimiento en personas mayores, se plantea como una intervención útil para contrarrestar el declive relacionado con la edad y fortalecer la salud ósea. (76) El entrenamiento de resistencia progresiva resulta eficaz para aumentar la densidad mineral ósea (DMO) en el cuello femoral. (54)

En el caso de las personas de edad avanzada, se aconseja llevar a cabo un entrenamiento regular y a largo plazo con un nivel de estrés bajo a moderado. Mediante un programa habitual de entrenamiento de fuerza que implique de 3 a 4 sesiones de ejercicio por semana, es posible lograr un incremento de aproximadamente un 1 a 2% en la densidad ósea. (56)

Se llevó a cabo un programa de entrenamiento de resistencia tradicional bajo la supervisión de un instructor de educación física, con una frecuencia de al menos tres días a la semana, sin ser días consecutivos. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 60 minutos y el programa incluyó la realización de una cantidad de repeticiones que oscilaba entre 10 y 15 para cada ejercicio. Los ejercicios abarcaron actividades como press de piernas, extensión de rodillas, flexión de rodilla, press de banca sentado, remo sentado, jalón lateral, flexiones de bíceps y ejercicios para el Core. Como resultado de este programa de entrenamiento, se observaron mejoras significativas en la densidad mineral ósea (DMO) en todo el cuerpo, con un aumento del 5,73%. También se registraron incrementos notables en la DMO en áreas específicas, como la columna lumbar (L2-L4) con un aumento del 16,40% y el cuello femoral con un incremento del 8,73%, en comparación con el grupo de control. (62)

El ejercicio requiere el uso de cargas significativas, que equivalen al 70-90% de la capacidad máxima de levantamiento (1RM), para llevar a cabo de 8 a 10 repeticiones en 2-3 series. Este tipo de ejercicio debe ser practicado de manera constante durante al menos un año, realizando sesiones de entrenamiento un mínimo de 3 veces por semana y cada sesión con una duración que oscila entre 45 y 70 minutos. Específicamente, algunos ejercicios que se considera que pueden aumentar la densidad mineral ósea son: sentadillas con peso, sentadillas hack, prensa de piernas, extensión de cadera, aducción de cadera, extensión de rodilla, flexión de isquiotibiales, press militar, jalón hacia abajo con dorsal ancho, remo sentado, torso giratorio, prensa de piernas, press de banca, extensión de tronco, flexión de codo, flexión de muñeca, flexión de muñeca inversa, extensión de tríceps y pronación y supinación del antebrazo. (61)

#### **5.4 Beneficios secundarios**

Se aconseja la práctica regular de ejercicios de levantamiento de pesas y fortalecimiento muscular, ya que son beneficiosos para aumentar la fuerza, mejorar la postura, fortalecer el equilibrio y aumentar la agilidad. Estos ejercicios también reducen el riesgo de caídas y fracturas, y contribuyen a la prevención de lesiones en adultos mayores. (52)(60)(56)(63)(51)

Un programa de entrenamiento de resistencia de 12 semanas realizado en casa puede resultar beneficioso para potenciar los indicadores de la función física, como la fortaleza muscular y la capacidad de mantener el equilibrio. Además, se observó un impacto positivo en la confianza en la capacidad de hacer ejercicio, mejoró tanto el equilibrio dinámico como el estático, según mediciones realizadas. (77)(50)

Una observación notable es el aumento de 0,7 cm en la altura que se obtuvo a través del entrenamiento de resistencia muscular de alta intensidad y carga de impacto, lo que se tradujo en una disminución evidente de la cifosis y, como resultado, en un aumento en la estatura. (70)

Los ejercicios diseñados para fortalecer la zona central y para entrenar los músculos extensores de la columna buscan restablecer la alineación neutral de la columna vertebral, con el propósito de mejorar el equilibrio y reducir el riesgo de caídas. (73)

La intervención de entrenamiento ha demostrado ser efectiva, dado que se observaron incrementos en la fuerza y la masa muscular. Esto refleja el compromiso y la motivación de los participantes en nuestro estudio. (57)

## 5.5 Recomendaciones

En personas que no se encuentran en un estado de salud óptimo o presentan condiciones fuera de lo común, el entrenamiento de resistencia de alta intensidad (HIRT) podría no ser recomendable, ya que podría aumentar el riesgo de lesiones en poblaciones frágiles y de edad avanzada.(58) Es aconsejable sugerir la realización de ejercicios de resistencia a baja intensidad para individuos sedentarios que no estén familiarizados con la técnica. (59)

No se observaron modificaciones en la densidad mineral ósea (DMO) en ninguno de los grupos de entrenamiento durante las 12 semanas de intervención, y esto puede deberse al ciclo habitual de renovación ósea, que requiere aproximadamente 24 semanas para construir nuevo tejido óseo. Por lo tanto, se sugiere que se necesitaría una intervención de mayor duración para obtener resultados más notorios y efectivos.(58)(70)(78)

Se sugiere que la actividad física sea una opción segura y económica para mantener la salud del sistema musculoesquelético. Esto se logra al aplicar una carga mecánica en los tejidos que resulta en un aumento en la masa muscular y estimula la actividad osteoblástica. Para que se produzcan efectos osteogénicos a raíz de un programa de ejercicios, es necesario someter los huesos a cargas mecánicas mayores en comparación con las tensiones diarias. La intensidad y el tipo de ejercicios de resistencia deben adaptarse según la tolerancia y capacidad de cada individuo. En resumen, el ejercicio físico terapéutico puede contribuir a reducir el riesgo de fracturas al incrementar la densidad mineral ósea (DMO) y mejorar la masa y la función muscular. (59)(54)

El programa recomienda que los ejercicios se realizaran principalmente en cadena cinemática abierta, para no ejercer una presión excesiva sobre los huesos (51)

Un programa de 12 meses que implicaba un régimen de entrenamiento de fuerza centrado en la movilización de la fuerza máxima, también conocido como "entrenamiento de potencia", demostró ser efectivo para disminuir el riesgo de caídas en una mujer posmenopáusica de 70 años. Además, se observó un aumento en la densidad mineral ósea (DMO) en la columna lumbar y el cuello femoral. Por lo tanto, el entrenamiento de potencia podría considerarse una estrategia viable para reducir el riesgo de fracturas en mujeres posmenopáusicas con osteoporosis.(79) El entrenamiento de potencia utilizando cargas livianas y un bajo número de repeticiones sería una estrategia eficaz de ejercicios para adultos inactivos que presentan un riesgo de osteoporosis y tienen preocupaciones acerca de utilizar cargas pesadas o de fatigarse durante el entrenamiento. (80)

## 6. CONCLUSIONES

A manera de conclusión se puede hablar que en la mayoría de las fuentes de información existentes de la osteoporosis en personas mayores mencionan como tratamiento no farmacológico que se debe realizar un cambio en los estilos de vida, como lo es el cambio en la actividad física, por lo que no solo es realizar o aumentar la actividad física, sino que se debe realizar un régimen estricto de ejercicio de fuerza para mantener e incrementar la densidad mineral ósea de las personas mayores con osteoporosis. Ya que según las investigaciones realizadas parece ser una estrategia viable, objetiva y replicable debido a que este tipo de entrenamiento se puede realizar en gimnasios, donde la mayoría de los aparatos y maquinas son bastante similares en la mayoría de estos.

Otra información de gran relevancia es que el entrenamiento de resistencia a corto o mediano plazo mantiene los niveles de DMO, sin mostrar cambios; en comparación con el entrenamiento a largo plazo, que no solo va a evitar la disminución de esta DMO, sino que va a aumentar, lo que se traduce en mejor salud ósea en adultos mayores con osteoporosis.

También se puede hablar de un entrenamiento replicable en estos lugares, ya que se puede dosificar de una manera objetiva con el uso de pesos, intensidades, frecuencias y demás variables del ejercicio que son altamente medibles. En esta revisión se resumió información acerca de la dosificación utilizada en las fuentes de información encontradas, acercándose a un promedio el cual es: 80% de la 1RM, 3 series con 10 repeticiones de cada ejercicio, 3 sesiones por semana, con una duración de 60 minutos por sesión, duración promedio de 1 año, ejercicios más usados fueron, sentadilla, prensa piernas, peso muerto, extensión y flexión de rodilla, remo, press hombro y flexión y extensión de codo.

Además de los beneficios en la calidad ósea en osteoporosis provocada por el entrenamiento de fuerza, tenemos grandes cambios en la salud de estos adultos mayores, ya que al realizar este tipo de entrenamiento no solo se mejora la calidad ósea, sino que también mejora la fuerza muscular y así mismo mejora el equilibrio y la funcionalidad de los adultos mayores manteniendo su independencia, ya que este factor es un buen indicador de una mejor calidad de vida en este grupo de personas.

Un tema al que debemos poner atención es a la osteoporosis del varón, ya que poco se menciona de ella. La osteoporosis en el hombre funciona de manera diferente, por la falta de similitud en los picos de masa ósea, estructura y edades en la que empieza a disminuir. Por lo que se encuentra infradiagnosticada y por lo tanto infratratada, debido a que los estándares de diagnóstico están más concentrados en la mujer, Hace falta realizar más estudios en hombres, así como realizar un minucioso diagnóstico para no pasarlo por alto.

## 7. REFERENCIAS

1. Marena D, Padrón J, María D, Pereira EB, Liz E, Saavedra Jordán M, et al. Actualización temática Osteoporosis, un problema de salud de estos tiempos Osteoporosis, a health problem of our times [Internet]. Disponible en: <https://orcid.org/0000-0001-9915-2650>
2. Osteoporosis enfermedad silenciosa [Internet]. 2023 [citado el 6 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.amgen.com.mx/media/news-release-listing/2020/10/osteoporosis-enfermedad-silenciosa>
3. Arocha Rodulfo JI. Sedentarismo, la enfermedad del siglo xxi. Clínica e Investigación en Arteriosclerosis. el 1 de septiembre de 2019;31(5):233–40.
4. Luis \*, Naranjo HA. BENEFICIOS DEL EJERCICIO.
5. Harvey N, Dennison E. About IOF [Internet]. 2019. Disponible en: [www.iofbonehealth.org](http://www.iofbonehealth.org)
6. Osteoporosis [Internet]. [citado el 6 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/profeco/documentos/osteoporosis-no-descuides-tu-salud-osea?state=published>
7. Bouvard B, Hoppé E, Chappard D, Audran M, Legrand E. Osteoporosis masculina. 2010.
8. Paccou J, Cortet B. Osteoporosis: generalidades, estrategia diagnóstica. EMC - Aparato Locomotor. junio de 2022;55(2):1–10.
9. Bartolomé C., Ferrer L. Osteoporosis: definición, fisiopatología y clínica. Vol. 13, Rev Osteoporos Metab Miner. 2021.
10. Zebaze R, Seeman E. Age-related Changes in Bone Remodeling and Microarchitecture. En: Osteoporosis in Men: The Effects of Gender on Skeletal Health. Elsevier; 2009. p. 167–78.
11. Riancho JA, Peris P, González-Macías J, Pérez-Castrillón JL, Cannata Andía J, Cano A, et al. Executive summary clinical practice guideline of postmenopausal, glucocorticoid-induced, and male osteoporosis (2022 update). Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral. 2022;14(1):5–12.
12. Prevención, diagnóstico y tratamiento de la Osteoporosis Guía de Consulta Para el Médico de Primer Nivel de Atención.
13. Hermoso De Mendoza MT. Clasificación de la osteoporosis. Factores de riesgo. Clínica y diagnóstico diferencial Classification of osteoporosis. Risk factors. Clinical manifestations and differential diagnosis. Vol. 26, An. Sist. Sanit. Navar. 2003.
14. Carlos d'Hyver, Luis Miguel Gutierrez Robledo, Clemente Humberto Zuñiga Gil. Geriatria. Cuarta Edición. El Manual Moderno, editor. 2019.
15. Osteoporosis Enfermedad de Salud [Internet]. 2023 [citado el 6 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapam/es/articulos/osteoporosis-huesos-debiles-y-quebradizos?idiom=es#:~:text=La%20osteoporosis%20es%20una%20enfermedad,salud%20p%C3%BAblica%20en%20el%20mundo>
16. OMS riesgo de fractura y OP.
17. Hawkins F, Martínez Díaz Guerra G, Guadalix S. Protocolo diagnóstico de la osteoporosis. Medicine (Spain). septiembre de 2012;11(16):985–8.

18. De Felipe Medina R, Alfonso Camús J, Ortega González C, Caba Cuevas M. Los hombres también se fracturan: La osteoporosis en el varón. *Semergen*. el 1 de mayo de 2007;33(5):269–72.
19. Peña Arrebola A. Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitacion (Madr)*. enero de 2003;37(6):339–53.
20. Martín Urrialde JA, Alonso Mendaña N. Prevención y tratamiento de la osteoporosis con la actividad física y el deporte. Vol. 28, *Fisioterapia*. Ediciones Doyma, S.L.; 2006. p. 323–31.
21. Torres MM, Martín AG, Contreras Bolívar V, Sevilla JE. Epidemiología y relevancia clínica Osteoporosis del varón. Vol. 13, *Medicine*. 2022.
22. Kanis JA, McCloskey E V., Johansson H, Oden A, Melton LJ, Khaltsev N. A reference standard for the description of osteoporosis. Vol. 42, *Bone*. 2008. p. 467–75.
23. Actividad Física [Internet]. 2023 [citado el 6 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
24. Font-Jutglà C, Mur Gimeno E, Bort Roig J, Gomes da Silva M, Milà Villarroel R. Effects of mild intensity physical activity on the physical condition of older adults: A systematic review. Vol. 55, *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*. Ediciones Doyma, S.L.; 2020. p. 98–106.
25. González-Chávez A, Rosa Becerra-Pérez A, Karina Carmona-Solís F, Inés Alendra Cerezo-Goiz M, Hernández-y-Hernández H, Lara-Esqueda A. González-Chávez A y cols. Ejercicio físico para la salud *Ejercicio físico para la salud*. Vol. 12, *Rev Mex Cardiol*. 2001.
26. Cordero A, Masiá MD, Galve E. Ejercicio físico y salud. *Rev Esp Cardiol*. 2014;67(9):748–53.
27. Actividad Física en Adultos Mayores [Internet]. 2023 [citado el 6 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.mx/inapam/es/articulos/actividad-fisica-en-las-personas-mayores?idiom=es>
28. Cuesta Hernández M, Calle Pascual AL. Benefits of exercise in healthy population and impact on disease occurrence. *Endocrinología y Nutrición*. 2013;60(6):283–6.
29. Resistencia anaerobica.
30. De F, Médicas C. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA “RESPUESTA DEL COLESTEROL HDL ANTE EL EJERCICIO FISICO AEROBICO Y ANAEROBICO”.
31. G. Gregory Haff. Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico NSCA (Entrenamiento deportivo nº 1) (Spanish Edition).
32. Subirats Bayego E, Subirats Vila G, Soteras Martínez I. Exercise prescription: Indications, dosage and side effects. Vol. 138, *Medicina Clinica*. Ediciones Doyma, S.L.; 2012. p. 18–24.
33. Gjestvang C, Stensrud T, Paulsen G, Haakstad LAH. Stay true to your workout: Does repeated physical testing boost exercise attendance? A one-year follow-up study. *J Sports Sci Med*. el 1 de marzo de 2021;20(1):35–44.
34. Riseth L, Nøst TH, Nilsen TIL, Steinsbekk A. Long-term members’ use of fitness centers: A qualitative study. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. el 9 de enero de 2019;11(1).
35. Orlando F, Acevedo R, Vicerrector OP, Fray A, Hincapié GV, Fray AF, et al. DIRECTIVOS Rector Seccional. 2008;

36. Chávez-Pantoja M, López-Mendoza M, Mayta-Tristán P. Efecto de un programa de ejercicios fisioterapéuticos sobre el desempeño físico en adultos mayores institucionalizados. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2014;49(6):260–5.
37. Patrick J. Exercise and Physical Activity for Older Adults [Internet]. GERIATRIC PHYSICAL THERAPY. 2012. Disponible en: <http://www.cdc.gov/physicalactivity/everyone/guidelines/olderadults.html>
38. Belmonte Darraz S, González-Roldán AM, de María Arrebola J, Montoro-Aguilar CI. Physical exercise impact on variables related to emotional and functional well-being in older adults. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* el 1 de mayo de 2021;56(3):136–43.
39. Ramírez-Villada JF, Chaparro-Obando D, León-Ariza HH, Salazar Pachón J. Effects of physical exercise on cardiovascular risk factors of elderly people: Systematic review. Vol. 49, *Rehabilitacion.* Ediciones Doyma, S.L.; 2015. p. 240–51.
40. Shin CN, Lee YS, Belyea M. Physical activity, benefits, and barriers across the aging continuum. *Applied Nursing Research.* el 1 de diciembre de 2018;44:107–12.
41. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud [Internet]. 2023 [citado el 6 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/9-5-2012-recomendaciones-mundiales-sobre-actividad-fisica-para-salud>
42. Izquierdo M, Merchant RA, Morley JE, Anker SD, Aprahamian I, Arai H, et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *Journal of Nutrition, Health and Aging.* el 1 de julio de 2021;25(7):824–53.
43. De Paula FJA, Black DM, Clifford Y, Rosen J. Osteoporosis: aspectos básicos y clínicos Contexto histórico. 2021.
44. Rosa N, Simoes R, Magalhães FD, Marques AT. From mechanical stimulus to bone formation: A review. Vol. 37, *Medical Engineering and Physics.* Elsevier Ltd; 2015. p. 719–28.
45. G. Gregory Haff, N. Travis Triplett. Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. Paidotribo. 2016.
46. Anaerobico y OP.
47. W.-U. BOECKH-BEHRENS, W. BUSKIES. Entrenamiento de la fuerza. Primera. Paidotribo, editor. 2000.
48. Khanna A. Effect of resistance exercise on bone health of old aged individuals: Review. *Science and Sports.* Elsevier Masson s.r.l.; 2022.
49. Prieto-Peralta M, Sandoval-Cuellar C, Cobo-Mejía EA. Efectos de la actividad física en la calidad de vida relacionada con la salud en adultos con osteopenia y osteoporosis: revisión sistemática y metaanálisis. Vol. 39, *Fisioterapia.* Ediciones Doyma, S.L.; 2017. p. 83–92.
50. Zhang F, Wang Z, Su H, Zhao H, Lu W, Zhou W, et al. Effect of a home-based resistance exercise program in elderly participants with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporosis International.* 2022;
51. Holubiak I Ștefan. Strength training program for postmenopausal women with osteoporosis. En: *Biomedical Engineering Applications for People with Disabilities and the Elderly in the COVID-19 Pandemic and Beyond.* Elsevier; 2022. p. 185–96.

52. 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 MEDEX-OP Randomized Controlled Trial. *Journal of Bone and Mineral Research*. el 1 de septiembre de 2021;36(9):1680–93.
53. 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. Vol. 23, *Brazilian Journal of Physical Therapy*. *Revista Brasileira de Fisioterapia*; 2019. p. 170–80.
54. Gielen E. Osteoporosis in the oldest old. En: *Encyclopedia of Endocrine Diseases*. Elsevier; 2018. p. 748–57.
55. Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Pasanen M, Ojala K, et al. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: Randomized, controlled trial. *Osteoporosis International*. abril de 2007;18(4):453–62.
56. Winkelmann A, Schilling S, Neuerburg C, Mutschler W, Böcker W, Felsenberg D, et al. Innovatives Bewegungstraining bei Osteoporose. *Unfallchirurg*. el 1 de noviembre de 2015;118(11):933–7.
57. Huovinen V, Ivaska KK, Kiviranta R, Bucci M, Lipponen H, Raiko J, et al. Bone mineral density is increased after a 16-week resistance training intervention in elderly women with decreased muscle strength. 2016.
58. Linero C, Choi SJ. Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women. *J Exerc Sci Fit*. el 1 de enero de 2021;19(1):57–65.
59. Khanna A. Effect of resistance exercise on bone health of old aged individuals: Review. Vol. 38, *Science and Sports*. Elsevier Masson s.r.l.; 2023. p. 323–36.
60. Beck BR, Daly RM, Singh MAF, Taaffe DR. Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise prescription for the prevention and management of osteoporosis. Vol. 20, *Journal of Science and Medicine in Sport*. Elsevier Ltd; 2017. p. 438–45.
61. Benedetti MG, Furlini G, Zati A, Mauro GL. The Effectiveness of Physical Exercise on Bone Density in Osteoporotic Patients. Vol. 2018, *BioMed Research International*. Hindawi Limited; 2018.
62. Balsamo S, Maria Henrique da Mota L, Santos de Santana F, da Cunha Nascimento D, Mara Aguiar Bezerra L, Osti Coscrato Balsamo D, et al. REVISTA BRASILEIRA DE REUMATOLOGIA Resistance training versus weight-bearing aquatic exercise: a cross-sectional analysis of bone mineral density in postmenopausal women [Internet]. 2013. Disponible en: [www.reumatologia.com.br](http://www.reumatologia.com.br)
63. Hawkins F, Garla V, Allo G, Males D, Mola L, Corpas E. Senile and Postmenopausal Osteoporosis: Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. En: *Endocrinology of Aging: Clinical Aspects in Diagrams and Images*. Elsevier; 2020. p. 131–69.
64. Shenoy S, Bedi R, Sandhu JS. Effect of Soy Isolate Protein and Resistance Exercises on Muscle Performance and Bone Health of Osteopenic/Osteoporotic Post-Menopausal Women. *J Women Aging*. abril de 2013;25(2):183–98.

65. Stanghelle B, Bentzen H, Giangregorio L, Pripp AH, Skelton DA, Bergland A. Effects of a resistance and balance exercise programme on physical fitness, health-related quality of life and fear of falling in older women with osteoporosis and vertebral fracture: a randomized controlled trial. *Osteoporosis International*. el 1 de junio de 2020;31(6):1069–78.
66. Kemmler W, Kohl M, Fröhlich M, Jakob F, Engelke K, von 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 (FrOST). *Journal of Bone and Mineral Research*. el 1 de septiembre de 2020;35(9):1634–44.
67. Lee YH, Lee PH, Lin LF, Liao C De, Liou TH, Huang SW. Effects of progressive elastic band resistance exercise for aged osteosarcopenic adiposity women. *Exp Gerontol*. el 1 de mayo de 2021;147.
68. Harding AT, Weeks BK, Lambert C, Watson SL, Weis LJ, Beck BR. Effects of supervised high-intensity resistance and impact training or machine-based isometric training on regional bone geometry and strength in middle-aged and older men with low bone mass: The LIFTMOR-M semi-randomised controlled trial. *Bone*. el 1 de julio de 2020;136.
69. Harding AT, Weeks BK, Watson SL, Beck BR. The LIFTMOR-M (Lifting Intervention for Training Muscle and Osteoporosis Rehabilitation for Men) trial: Protocol for a semirandomised controlled trial of supervised targeted exercise to reduce risk of osteoporotic fracture in older men with low bone mass. *BMJ Open*. el 1 de junio de 2017;7(6).
70. 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*. el 1 de diciembre de 2015;26(12):2889–94.
71. Genest F, Lindström S, Scherer S, Schneider M, Seefried L. Feasibility of simple exercise interventions for men with osteoporosis – A prospective randomized controlled pilot study. *Bone Rep*. el 1 de diciembre de 2021;15.
72. Souza D, Barbalho M, Ramirez-Campillo R, Martins W, Gentil P. High and low-load resistance training produce similar effects on bone mineral density of middle-aged and older people: A systematic review with meta-analysis of randomized clinical trials. Vol. 138, *Experimental Gerontology*. Elsevier Inc.; 2020.
73. Hoke M, Omar NB, Amburgy JW, Self DM, Schnell A, Morgan S, et al. Impact of exercise on bone mineral density, fall prevention, and vertebral fragility fractures in postmenopausal osteoporotic women. *Journal of Clinical Neuroscience*. el 1 de junio de 2020;76:261–3.
74. Nasr R, Al Rassy N, Watelain E, Ishac S, Abdul Al O, El Hage R. Influence of three different types of physical training programs on bone mineral density in a group of elderly subjects. *Sci Sports*. el 1 de junio de 2019;34(3):186–9.
75. Saddik H, Pinti A, Antoun A, Al Rassy N, El Hage Z, Berro AJ, et al. Limb Muscular Strength and Bone Mineral Density in Elderly Subjects with Low Skeletal Muscle Mass Index. *Journal of Clinical Densitometry*. el 1 de octubre de 2021;24(4):538–47.
76. Nasr R, Al Rassy N, Watelain E, Matta J, Frenn F, Rizkallah M, et al. Muscular Maximal Strength Indices and Bone Variables in a Group of Elderly Women. *Journal of Clinical Densitometry*. el 1 de julio de 2020;23(3):465–71.

77. Giangregorio L, Katzman WB. Exercise and other physical therapy interventions in the management of osteoporosis. En: Marcus and Feldman's Osteoporosis. Elsevier; 2020. p. 1649–63.
78. Gray M, Brezzo R Di, Shadden BB. Effects of power and resistance training on bone mineral density [Internet]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/295726882>
79. Aquino M, DiMenna FJ, Petrizzo J, Otto RM, Wygand J. Power training improves bone mineral density and fall risk for a postmenopausal woman with a history of osteoporosis and increased risk of falling: A case report. J Bodyw Mov Ther. el 1 de julio de 2020;24(3):44–9.
80. Hamaguchi K, Kurihara T, Fujimoto M, Iemitsu M, Sato K, Hamaoka T, et al. The effects of low-repetition and light-load power training on bone mineral density in postmenopausal women with sarcopenia: a pilot study. BMC Geriatr. el 2 de mayo de 2017;17(1).
81. Organización Mundial de la Salud. OPS/OMS presentó en Chile las actualizaciones de las nuevas recomendaciones de actividad física y hábitos sedentarios [Internet]. OMS; 2020. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/14-12-2020-opsoms-presento-chile-actualizaciones-nuevas-recomendaciones-actividad-fisica>)