

# Revisión sistemática sobre la importancia de la actividad física para la prevención y tratamiento de la osteoporosis

Jhon Fredy Ramírez Villada<sup>1</sup>, Henry Humberto León Ariza<sup>2</sup>

1 Investigador y docente.  
Universidad Santo Tomás de  
Bogotá.

2 Investigador y docente.  
Universidad de la Sabana,  
Bogotá-Colombia.

Correspondencia:

Jhon Fredy Ramirez Villada  
✉ [jhon\\_f\\_ramirez@yahoo.es](mailto:jhon_f_ramirez@yahoo.es)

## Resumen

**Objetivo:** 1) realizar una revisión sistemática de los estudios que examinan la relación entre actividad física y osteoporosis entre el periodo 2000 y 2012, y 2) hacer recomendaciones basadas en la clasificación de las evidencias.

**Métodos:** la revisión sistemática fue limitada a seis criterios: tipo estudio, periodo de publicación, clasificación de la actividad, valores masa ósea, frecuencia y duración, lesiones, fallos o caídas. La localización de la información fue orientada usando las palabras clave actividad física, ejercicio físico y osteoporosis. De un total de 318 estudios fueron analizados 63 artículos que cumplían con los criterios de elegibilidad. Los estudios fueron clasificados en seis niveles de evidencia y cuatro de fuerza.

**Resultados:** Las relaciones dosis respuesta indican que la actividad física de intensidad media alta, con una frecuencia entre 3-4 días por semana, sobre periodos superiores a los seis meses incrementan las adaptaciones en la morfología ósea, especialmente cuando incorporan ejercicios de impacto y explosivos dentro de los contenidos. La actividad aeróbica, ligera y poco frecuente no inducen cambios importantes en el hueso. El ejercicio físico debe vincular actividades de equilibrio, concentración y memoria, ya que estos elementos disminuyen los fallos, caídas o accidentes.

**Conclusión:** La información estudiada destaca el papel del ejercicio físico en el mantenimiento e incremento del pico máximo de masa ósea, especialmente cuando se acuden a movimientos de impacto y explosivos en régimen aeróbico o anaeróbico.

**Palabras clave:** ejercicio físico, osteoporosis, funcionalidad.

Systematic review on the importance of physical activity in the prevention and treatment of osteoporosis

## Summary

**Objective:** 1) perform a systematic review of studies examining the relation between physical activity and osteoporosis between the period 2000- 2012, and 2) make recommendations based on the classification of the evidence.

**Methods:** a systematic review was limited to six criteria: type of study, publication period, activity classification, bone mass values, frequency and duration, injuries, falls or disabilities. Literature searches were conducted using the keywords physical activity, exercise and osteoporosis. From a total of 318 studies, were analyzed 63



This article is available from:  
[www.archivosdemedicina.com](http://www.archivosdemedicina.com)

papers attending to the eligibility criteria. These studies were classified into six levels of evidence and four of quality information.

**Results:** the dose-response relation indicate that a physical activity high, practiced 3-4 days per week, over periods longer than six months increases the positive adaptations of bone morphology, especially when incorporating impact and explosive exercises. Modest amounts of endurance activities, over short periods and less of three times per week cannot induce significant changes on bone morphology. Physical activity programs should include other activities such as balance, concentration and memory in order to prevent failures, falls or accidents.

**Conclusion:** physical activity was associated with positive modifications on bone morphology, especially if include impact and explosive activities combined in a concurrent aerobic and anaerobic model.

**Key words:** physical exercise, osteoporosis, functionality.

## Introducción

La osteoporosis es una enfermedad caracterizada por la pérdida de masa ósea y el deterioro de la micro-arquitectura del tejido óseo que genera unos niveles de fragilidad que están directamente relacionados con el riesgo de fracturas. La prevalencia de osteoporosis en mayores de 50 años se ha estimado en un 15%-30% de los hombres y 30%-50% de las mujeres, llegando por encima del 50% en sujetos mayores de 70 años([1, 2).

En la actualidad, el problema tiende a incrementarse en razón de las proyecciones poblacionales a 2050, que incluyen una mayor población mundial de adultos mayores([3, 4, 5). Para el caso específico de América latina, cuya tasa de incremento estará situada entre un 28 a 49% (Tabla 1, deben considerarse medidas especiales debido a la carencia de estudios epidemiológicos para el desarrollo de intervenciones oportunas que combatan la osteoporosis, así como las consecuencias relacionadas con fallos, caídas y fractura([6, 7).

Fisiológicamente, los huesos se encuentran en constante estado de remodelamiento, dado por células encargadas de la resorción y de la formación ósea (osteoclastos y osteoblastos respectivamente), que se mantienen en equilibrio hasta aproximadamente la cuarta década de la vida, momento en el cual la cantidad de hueso reabsorbido es superior al hueso formado [5, 8, 9, 10]. Esta alteración es secundaria a cambios hormonales (disminución de los estrógenos en la mujer pos-menopáusica), pero también a alteraciones genéticas, mecánicas, nutricionales, hormonales, vasculares, nerviosas y locales en la regulación [3, 5], que son la base actual del tratamiento farmacológico y no farmacológico [11, 12, 13, 14].

La presente revisión sistemática tiene por objetivos a) analizar la información científica entre el periodo de 2000-2012 en torno al papel del ejercicio físico como estrategia para la

prevención y tratamiento de la osteoporosis, un marco fundamental para el diseño, programación y control de programas de intervención aplicados en adultos mayores, y b) hacer recomendaciones basadas en la clasificación de las evidencias.

País	% Población Proyectada al 2011	% Población proyectada al 2050
Argentina	25	36.6
Bolivia	13.8	29
Brasil	20	37
Chile	25.3	42.8
Colombia	19	39
Costa Rica	19.3	40.7
Cuba	28	49
Guatemala	12.9	27.8
México	17.8	37
Nicaragua	13	38
Panamá	19	36
Perú	17.7	36.3
Uruguay	29.2	41.7
Venezuela	17.2	33

## Materiales y métodos

La revisión sistemática fue limitada a todos aquellos estudios centrados en el ejercicio físico que reportan efectos sobre la masa ósea de adultos mayores de cincuenta años. Los estudios considerados fueron seleccionados atendiendo a los siguientes indicadores generales:

- Tipo de estudio: exclusivamente ensayos controlados aleatorios y no aleatorios, revisiones teóricas, meta-análisis y opinión de expertos respaldados por instituciones reconocidas en el campo del fenómeno.

- El periodo de publicación de la información como elemento de corte cronológico y situado entre enero de 2000 y diciembre de 2012.
- Tipo de programas: todos aquellos que atendiendo a la intensidad, la duración y la recuperación sean de orientación aeróbica o anaeróbica.
- La masa ósea como medida de la salud osteoarticular.
- La frecuencia y la duración de los programas de cara a establecer el efecto del tiempo de la aplicación de los estímulos sobre la morfología ósea.
- Las lesiones, fallos o caídas reportadas como consecuencia del programa aplicado que dan cuenta del efecto negativo o las consideraciones en relación a la propuesta.

En el proceso de adquisición de la información fueron empleadas las bases de datos Medline, PubMed y las páginas web de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ASCM) y el Centro Para el Control del Enfermedades de Atlanta (CDS). Se determinaron como buscadores las palabras actividad física, ejercicio físico y osteoporosis dando como resultado 318 títulos de los cuales fueron excluidos 255 atendiendo a los indicadores establecidos, la información duplicada, la claridad metodológica y los criterios del equipo de trabajo.

La información seleccionada fue depositada para su tratamiento en el programa Ednote versión 9 y clasificada acorde a los criterios del Centro para la Revisión y la Difusión [15] en seis niveles de evidencia y cuatro de fuerza de las recomendaciones (**Tabla 2**).

Niveles de evidencia	
1++	Meta-análisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo muy bajo.
1+	Meta-análisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo bajo.
1-	Meta-análisis, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo alto.
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o casos controles. Estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgos muy bajo y alta probabilidad de que la relación sea causal.
2+	Estudios de cohorte y casos controles bien realizados, con riesgo de sesgos bajo y probabilidad moderada de que la relación sea causal.
2-	Estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgos muy alto y riesgo significativo de que la relación no sea causal.
3	Estudios no analíticos (ejemplos: series de casos).
4	opinión de expertos

Fuerza de las recomendaciones	
A	Al menos un meta-análisis, revisión sistemática de ensayos controlados y aleatorizados, directamente aplicables a la población diana o evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 1+, directamente aplicable a la población diana y que demuestren consistencia global en los resultados.
B	Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2++, directamente aplicable a la población diana y que demuestran consistencia global con los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 1++ ó 1+.
C	Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2+, directamente aplicable a la población diana y que demuestran consistencia global con los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2++.
D	Evidencia de nivel 3 ó 4. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2+.

Finalmente con la información filtrada, se procedió a identificar dentro de los modelos de programación aplicados características particulares relacionadas con contenidos sugeridos (tipos de ejercicios), intensidad, frecuencia, duración, recuperación, series, repeticiones, espacios de trabajo (abiertos-cerrados), dolores, lesiones y caídas que permitieran identificar aspectos claves para la programación del ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la osteoporosis.

## Resultados

Del total de las trescientas dieciocho (318) fuentes de información identificadas en la búsqueda dada entre el periodo del año 2000 a 2012 y que cumplieran con los indicadores generales establecidos, se obtuvo el texto completo de sesenta y tres (63) comunicaciones de las cuales seis (6) corresponden con revisiones sistemáticas, nueve (9) con meta análisis, diecinueve con revisiones teóricas (19), veintitrés (23) con estudios de cohorte y casos control, siete con informes de opinión de expertos(6). Los estudios de cohorte y casos control, así como los textos de investigación basados en la evidencia, se relacionaron con contenidos particulares y actualizados donde se pudiera tener información del manejo de la frecuencia, intensidad, volumen, recuperación y demás aspectos de la programación, de cara a establecer la articulación entre los estudios de revisión sistemática, meta-análisis y los nuevos modelos experimentales propuestos, así como detectar propuestas novedosas fuera de este modelo de filtro teórico.

Si bien la frecuencia de estimulación considerada fue variada (entre dos y seis días), los cambios significativos detectados coinciden con sesiones distribuidas entre tres y cuatro días a

la semana. El tiempo total de las intervenciones fue variable, aunque el periodo mínimo considerado para advertir modificaciones en la morfología ósea en humanos fue de seis meses hasta estudios longitudinales llevados por más de un año, donde destaca un trabajo realizado sobre siete años.

De los estudios originales (23), entre los que se cuentan ensayos aleatorizados y no aleatorizados, destaca el valor dado al trabajo aeróbico y anaeróbico con zonas de entrenamiento de mediano y alto impacto, donde los programas leves o ligeros no logran modificaciones significativas de la morfología ósea. Entre este grupo destacan cinco (5) estudios realizados con ratas que informan modificaciones importantes cuando se acuden a regímenes especiales de impacto y fuerza explosiva, lo cuales coinciden en sugerencias con los meta-análisis y revisiones estudiadas, así como con varios modelos aplicados con humanos.

Entre los trabajos estudiados, cuarenta y dos (42) destacan que los ejercicios aeróbicos (caminata, ciclismo, aeróbicos, taichí, entre otros) genera leves o nulos cambios sobre la morfología ósea en comparación con los programas de fuerza con cargas propias o externas aplicadas sobre la estructura osteoarticular. No obstante, se debe aclarar que si bien el ejercicio puede disminuir la velocidad de deterioro del componente óseo, las mujeres y hombres siguen un patrón de cambio negativo que se hace más evidente cuando los sujetos son sedentarios y superan la barrera de los cincuenta años, una observación común en los resultados de los trabajos incluidos en el análisis.

Por otro lado, todos los estudios realizados con mujeres posmenopáusicas consideraron exclusivamente niveles de osteopenia, incluso los modelos animales que indujeron dicho estado por medios químicos, lo cual limita los resultados y recomendaciones que pueden generarse como consecuencia de la aplicación de dichos protocolos

Finalmente, es fundamental aclarar que el manejo de los modelos de periodización y programación es variado pero concuerdan con propuestas ondulantes, inversas y clásicas las cuales vienen siendo sugeridas dentro de los modelos de promoción de la salud y prevención de la enfermedad.

## Discusión

Para lograr una adecuada reflexión de la temática se presenta al lector cuatro momentos considerados dentro de la discusión que permite cumplir con los objetivos trazados.

### Actividad física y salud ósea

Son numerosos los estudios que resaltan una disminución del riesgo de fractura o accidentes en sujetos de ambos géneros que superan la barrera de los cincuenta años de edad y participan en programas de actividad física [16, 17, 18, 19, 20]. Para el caso específico de las mujeres, se ha reportado [21] una relación importante entre el nivel de actividad física (moderado-vigoroso) y el riesgo de sufrir fractura osteoporótica, el cual disminuye cerca de un 50% con respecto a mujeres sedentarias, lo cual coincide con otros datos reportados donde se establece una disminución del 38% sobre el riesgo de accidente o fractura osteoporótica (IC 95% situado entre el 31-44%).

Diversos estudios (in vitro/ in vivo) han demostrado que la tensión generada por el ejercicio físico sobre el sistema osteoarticular y muscular puede inhibir la actividad y formación de los osteoclastos (osteoclasto-génesis) con ayuda de la osteoprotegerina (OPG), una proteína capaz de bloquear la activación de los mismos y de inducir su apoptosis [22].

No obstante, es necesario aclarar que en la salud ósea pueden verse involucrados diferentes factores que condicionan la respuesta a la cantidad y calidad del ejercicio aplicado como puede ser la herencia genética, la concentración hormonal y la nutrición [23]. En este sentido, si bien las características genéticas son un fuerte determinante de la salud ósea, la suma de los otros factores mencionados pueden alterar o mantener el pico de masa ósea dados los cambios metabólicos alcanzados donde se aprovecha la tensión inducida sobre las estructuras de sostén (sistema osteoarticular) para estimular el trabajo de los osteoblastos [24, 25].

En este orden de ideas, es claro como lo establecen algunos estudios de cohorte entre individuos deportistas y no deportistas, que existe una diferencia en la densidad mineral ósea (variaciones entre el 5%-30%) en dependencia del tipo, frecuencia, intensidad, duración, recuperación y contenidos del programa de actividad física siendo más favorables en sujetos deportistas [26]. Las diferencias descritas se han establecido también entre sujetos activos pero no atletas y sujetos sedentarios que presentan picos de desarrollo óseo diferentes [23, 27, 28].

Al respecto, algunos ensayos revelan que la combinación del ejercicio aeróbico y anaeróbico (caminar a paso ligero, senderismo, subir escaleras, trotar, levantar pesos, realizar multsaltos, saltar la cuerda, entre otros contenidos) puede lograr mantener y mejorar el pico de densidad entre el 1% al 4% por año [27, 28, 29, 30, 31, 32].

Además, es importante resaltar en el caso específico de los programas aeróbicos, que dicha respuesta osteogénica podría ser más exitosa bajo intensidades medias altas, alterando la biomecánica de la marcha y carrera (cambios de inclinación) y manteniendo una frecuencia de práctica mínima de tres a cuatro días por semana, observaciones extraídas de algunos experimentos con modelos animales [33, 34, 35, 36].

Ahora bien, el ejercicio tiene las características de un medicamento ya que es necesario establecer los componentes, las dosis, la frecuencia, las interacciones con medicamentos, los efectos adversos, los controles periódicos, su costo-beneficio, entre otros, que asegure un efecto benéfico sobre la salud y la calidad de vida sin poner en riesgo la integridad del individuo. Ver en la **tabla 3** la relación y la clasificación de la información del apartado.

Naturaleza de las evidencias	Fundamento general
<p>Recomendaciones de tercer nivel donde existe evidencia suficiente derivada de estudios de cohortes y casos controles bien realizados, con riesgo de sesgo bajo y probabilidad moderada de que la relación sea causal, así como revisiones sistemáticas de estudios de cohortes o casos controles.</p> <p>Número estudios considerados: 24</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ejercicio físico es un factor fundamental para el mantenimiento e incremento del pico de masa ósea.</li> <li>• Los ejercicios aeróbicos de intensidad moderado y elevada que combina contenidos de impacto (trote ligero, saltos, inclinaciones, entre otros) demuestra un efecto positivo protector sobre el sistema osteoarticular.</li> <li>• Los ejercicios de elevada intensidad y corta duración de naturaleza anaeróbica (explosivos y de impacto) revelan un efecto positivo sobre el pico de masa ósea que se cifra entre el 1% y el 4% anual.</li> <li>• El pico de masa ósea es diferente al comparar sujetos activos versus inactivos, siendo mayor consecuentemente en los individuos activos.</li> </ul>

### Componentes del ejercicio físico orientado al adulto mayor

Sobre el tema es fundamental apostar por modelos integrales donde se vinculen componentes de fuerza (máxima y explosiva), velocidad, resistencia aeróbica, equilibrio (dinámico y estático), flexibilidad, movilidad articular y los procesos de pensamiento (memoria cinética, concentración) que en conjunto afectan los sistemas osteo articular, muscular y los niveles de autonomía funcional [37, 38, 39].

Numerosos trabajos han revelado que el entrenamiento con resistencias (externas/propias), aeróbico de alto impacto y explosivo inducen un mantenimiento o aumento de la densidad mineral ósea en adultos mayores por la estimulación de los osteoblastos. Dichos procesos son recomendados, ya que al efecto mencionado, se suman cambios importantes en la composición corporal (aumento de la masa magra y disminución de la masa grasa), mejoras en los patrones de coordinación (incremento de los patrones de coordinación de la musculatura agonista/disminución en la antagonista), así como modificaciones de los niveles de independencia funcional [40, 41, 42, 43]. Ahora bien, definitivamente los ejercicio dinámicos en diferentes medios (agua-tierra), que generen un estrés medio alto por sobrecarga mecánica (saltos, escalada, caminatas por terrenos irregulares, entre otros), practicados de forma regular e incluso en el mismo hogar, prometen ser un importante apoyo a las terapias hormonales y nutricionales dados los resultados revelados sobre la morfología ósea en humanos y animales [2, 44, 45].

Si junto al componente de tensión se adhiere ejercicios de velocidad y equilibrio, puede lograrse una transferencia de dichas adaptaciones a la mejora de los trastornos de la marcha y la carrera, disminuyendo los riesgos de accidentes y fracturas. Aunque es necesario advertir que el entrenamiento del equilibrio no tiene ningún efecto sobre la fuerza muscular, osteopenia o sarcopenia, si se traduce en incremento de la capacidad, cambios positivos en la movilidad y merma del miedo a caer, que junto a trabajos de velocidad mejoran la fluidez y los patrones de coordinación muscular [46, 47, 48].

En cuanto al entrenamiento aeróbico, dichos programas aplicados en adultos mayores tienen efectos reducidos sobre la salud ósea, el equilibrio y las expresiones de tensión, en especial la fuerza máxima y explosiva, cualidades determinantes según algunas investigaciones [49, 50] para el mejoramiento de la independencia funcional. Aunque no hay evidencias concluyentes, algunos trabajos sugieren que ejercicios como caminar rápido, correr, subir escaleras y recorrer senderos naturales variando entre intensidades bajas y medias, podrían contribuir en mantener la salud ósea, sin dejar de lado los beneficios cardiovasculares y respiratorias ya reconocidos por estos modelos de entrenamiento [51, 52].

Finalmente, dado el deterioro de las funciones cognitivas con la edad, específicamente de la memoria, la atención y la velocidad de procesamiento de la información, que guardan relación con los niveles de eficiencia neuromotora, es fundamental incorporar en los programas orientados a mayores de cincuenta años, procesos de estimulación cognitiva en los componentes de memoria (corto y largo plazo), razonamiento inductivo-deductivo, solución de problemas de la vida diaria (habilidad para razonar e identificar), entre otros, atendiendo



**Naturaleza de las evidencias:**

Recomendaciones de segundo y tercer nivel donde existe evidencia suficiente derivada de estudios de meta-análisis, revisiones sistemáticas y estudios de cohortes y casos controles bien realizados. Riesgo de sesgo bajo para los estudios experimentales, las revisiones y meta-análisis analizados.

Número de estudios considerados: 23

**Fundamento general:**

- La programación del ejercicio físico para el tratamiento de la osteoporosis debe acudir a contenidos variados ya que la patología responde a un estrés multisistémico donde los sistemas cardiovascular y neuro-muscular tienen importante influencia.
- Las intensidades de programación que revelan adaptaciones significativas se encuentran entre un nivel moderado y alto aplicado de forma progresiva.
- Se debe resaltar la importancia de los procesos de pensamiento simple y complejo para mejorar la independencia funcional.

a los efectos positivos informados en la última década [53, 54, 55, 56, 57, 58]. Sin bien dichos elementos no influyen de forma directa sobre la salud ósea, deben considerarse como una estimulación indirecta que favorece la salud y reduce los niveles de torpeza motora y accidentalidad. Ver **tabla 4** en relación a la clasificación de la información del apartado.

### Programación de la intensidad en los componentes del ejercicio

Atendiendo a las evidencias, es claro que las respuestas fisiológicas del sistema muscular y osteo-articular son directamente proporcionales a la intensidad del estímulo lo que sugiere cambios positivos importantes cuando se varían las cargas de un nivel medio a elevado [52, 59]. Al respecto y teniendo en cuenta las características de la población objetivo, se recomienda acudir a un control diagnóstico previo para establecer los niveles de partida de las capacidades, así como a un procedimiento de control para las sesiones como la escala de Börg, que permite hacer seguimiento puntual a la percepción particular del esfuerzo respecto al tipo e intensidad de la tarea, así como una progresión continua de las cargas aplicadas.

### Programación del volumen y la frecuencia en los componentes del ejercicio

Dichos conceptos extraídos del deporte de rendimiento son de ayuda para establecer cargas saludables de entrenamiento que aseguren un estrés mínimo y máximo desde cada componente. Atendiendo a las evidencias informadas [60] se sugiere tres series por ejercicio para adultos mayores principiantes, de tres a cinco para adultos en buen estado de salud. En cuanto a la frecuencia del entrenamiento, es necesario hacer un incremento progresivo de la misma (2-3 días novatos/3-4-5 practicantes regulares) que garantice un aumento de gasto metabólico en actividad de cara a favorecer cambios en la composición corporal (masa magra, grasa y ósea) [51].

En conclusión los programas que reportan cambios en la morfología ósea deben programarse por mínimo seis meses hasta años, distribuidos en uno o dos encuentros por sesión y de forma regular para evitar el riesgo de fractura [49, 51, 60, 61].

### Contraindicaciones del ejercicio físico para adultos mayores

Todo programa de actividad física que no presente un proceso previo de valoración clínica, funcional y psicológica debe ser evitado en los adultos mayores por el elevado riesgo que algunos modelos presentan para la salud cuando tienen interacción con ciertas enfermedades, medicamentos y estados de ánimo.

En una revisión del año 2011 donde se emplean cerca de 111 artículos relacionados con procesos de intervención y riesgo de dolor articular, de espalda o fractura osteoporótica [62] destacan que entre el 3,4% y el 11% son procesos de alto riesgo, datos que invitan a sugerir algunas recomendaciones en éstos grupos cuando la enfermedad es inestable, presenta daño articular progresivo o dolores crónicos.

A modo de ejemplo debe considerarse que los pacientes con riesgo de fractura osteoporótica deben evitar ejercicios relacionados con la flexo extensión de la columna vertebral (en pie o sentado) ya que, en este movimiento y en presencia de un estado de osteopenia, incrementa el riesgo de fractura por compresión vertebral anterior. Otra amenaza está dada en pacientes diagnosticados con osteoporosis con pobre masa muscular y alta masa grasa, donde los patrones de marcha, carrera y salto se ven alterados arriesgando la integridad del paciente.

Finalmente aquel grupo de pacientes diagnosticados en algún nivel de osteoporosis y con problemas de equilibrio, así como pacientes con artritis deben ser supervisados profesionalmente debido al elevado riesgo de sufrir fracturas limitantes [63]. Ver en la **tabla 5** la relación y la clasificación de la información de los apartados c, d y e.

**Naturaleza de las evidencias:**

Recomendaciones de segundo y tercer nivel donde existe evidencia suficiente derivada de estudios de meta-análisis, revisiones sistemáticas y estudios de cohortes y casos controles bien realizados. Riesgo de sesgo bajo para los estudios experimentales, las revisiones y meta-análisis analizados

Número de estudios considerados: 10

**Fundamento general:**

- Los estudios experimentales contrastados con las revisiones y meta-análisis revelan la importancia de adaptar variables como el volumen, la intensidad, la frecuencia, la duración, la recuperación, entre otras, al trabajo con adultos mayores de manera que se aseguren los efectos informados.
- El ejercicio físico practicado de forma regular (3-4 días por semana) revela mejoras importantes en los aspectos mencionados.
- Los contenidos de las sesiones deben ser variados y vigilados por un profesional experto

## Conclusión

De los modelos revisados que fueron orientados al mejoramiento de la morfología ósea, destaca el efecto positivo del ejercicio físico para preservar y mejorar el pico de masa ósea. Entre esos modelos los programas cuyos contenidos fueron orientados sobre las manifestaciones de fuerza muscular, los movimientos rápidos y explosivos, revelaron un mayor efecto sobre la salud ósea, que aquellos regímenes aeróbicos. No obstante, es importante subrayar la importancia que tiene para el sistema osteo articular la vinculación de contenidos variados (fuerza, velocidad, equilibrio, memoria, razonamiento, solución de problemas, resistencia aeróbica, entre otros) ya que preparan al organismo ante eventuales accidentes o caídas, disminuyen la torpeza motora y mejoran los niveles de autonomía funcional.

## Referencias

1. World Health Organization (WHO). Summary Meeting Report. Brussels, Belgium, 5-7 may, 2004.
2. Nikander, R., Sievänen, H., Heinonen, A., Daly, R., Uusi-Rasi, K., Kannus, N. Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC Medicine* 2010; 8 (47): 1-16.
3. Lafita, J. Fisiología y fisiopatología ósea. *An. Sist. Sanlt. Navar* vol 2003; 26 (Suppl. 3): 7-15.
4. Riera-Espinoza, G. Epidemiology of osteoporosis in Latin America 2008. *Salud Pública Mex* 2009; 51: S52-S55.
5. Raisz, L. Pathogenesis of osteoporosis: concepts, conflicts, and prospects. *J. Clin. Invest.* 2005; 115: 3318-3325.
6. Clark, P., Consuelo-Molina, F., Delezé, M., Ragi-Eis, S., Haddock, L., Zanchetta, JR., Jaller, JJ. et al. The prevalence of vertebral fractures in Latin American countries: The Latin-American Vertebral Osteoporosis Study (LAVOS). *Osteoporosis Int.* 2009; 20: 275-282.
7. International Osteoporosis Foundation. Auditoria regional de América Latina: epidemiología, costos e impacto de la osteoporosis. 2012.
8. Tresguerres-Hernández-Gil, I., Alobera Gracia, MA., Del Canto Pingarrón, M., Blanco Jerez, L. Physiological bases of bones regeneration I. Histology and physiology of bone tissue. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11: E47-51.
9. Reynaga, BM., Zeni, SN. Marcadores bioquímicos del remodelamiento óseo. Utilidad clínica. *Acta Bioquim Clin Latinoam.* 2009; 43 (2): 177-93.
10. Davies, JE. ed. *Histodynamics of endosseous wound healing.* Toronto: Bone Engineering. 2000. pp. 1-14.
11. Beral, V. Ovarian cancer and hormone replacement therapy in the million women study. *Lancet* 2007; 396: 1703-1710.12- Burckhardt, P. El papel de la ingesta de calcio en la constitución del pico de masa ósea. *Rev Clin Esp.* 1991; 188: 51-3.
13. Riggs, BL., Melton, LJ. The worldwide problem of osteoporosis: Insights afforded by epidemiology. *Bone* 1995; 5: S505-11.
14. Fogelman, I. Osteoporosis: A growing epidemic. *Br J Clin Pract.* 1991; 45: 189-96.
15. Centre for reviews and dissemination. Undertaking systematic reviews of research on effectiveness. *CRD Report Number 4.* 2<sup>nd</sup> Ed. March 2001.
16. Krunk, J. Physical activity in the prevention of the most frequent chronic diseases: An analysis of the recent evidence. *Asian Pacific J Cancer Prev.* 2007; 8: 325-38.
17. Kelley, GA., Kelley, KS., Tran, ZV. Exercise and bone mineral density in men: A meta-analysis. *J Appl Physiol.* 2000; 88: 1730-6.
18. Chun, LW., Yang, RS., Tsauo, JY. Effects of exercise programs on quality of life in osteoporotic and osteopenic postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2009; 23 (10).
19. Wallace, RB. Bone health in nursing home residents. *JAMA* 2000; 284 (8): 1018-9.
20. Engelke, K. Strength exercises: A guide. *Osteoporosis international* 2006; 17 (1): 133-42.21- Moayyeri, A. The association between physical activity and osteoporotic fractures: A review of the evidence and implications for future research. *Ann Epidemiol* 2008; 18: 827-835.
22. Gremeaux, V., Gayda, M., Lepers, R., Sosner, P., Juneau, M., Nigam, A. Exercise and longevity. *Maturitas* 2012; 73: 312-317.
23. Tresguerres-Hernández-Gil, I., Alobera Gracia, MA., del Canto Pingarrón, M., Blanco Jerez, L. Physiological Bases of Bone Regeneration II. Histology and physiology of bone tissue. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006; 11: E151-57.

24. James, MM., Carroll, S. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: A meta-analysis. *Osteoporosis Int.* 2006; 17: 1225-1240.
25. Kelley, G.A., Kelley, KS., Tran, ZV. Resistance training and BMD in women: A meta-analysis of controlled trials. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2001; 80: 65-77.
26. Fiatarone, M. Exercise and osteoporotic fracture prevention part 1: The role of exercise. *Medicine Today* 2007; 8 (1): 1-9.
27. Todd, JA., Robinson, RJ. Osteoporosis and exercise. *Post grad Med J.* 2003; 79: 320-323.
28. Kemmler, W., Von Stengel, S., Weineck, J., Lauber, D., Kalender, W., Engelke, K. Exercise Effects on Menopausal Risk Factors of Early Postmenopausal Women: 3-yr EFOPS Results. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2005; 37 (2): 194-203.
29. Warburton, D., Whitney, C., Bredit, S. Health benefits of physical activity: The evidence. *Canadian Medical Association Journal* 2006; 174 (6): 801-09.
30. Robling, AG., Burr, DB., Turner, CH. Recovery periods restore mechanosensitivity to dynamically loaded bone. *J Exp Biol.* 2001; 204: 3389-3399.
31. Robling, AG., Hinant, FM., Burr, DM., Turner, CH. Shorter, more frequently mechanical loading sessions enhance bone mass. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 196-202.
32. Schmitt, NM., Schmitt, J., Dören, M. The role of Physical activity in the prevention of osteoporosis in postmenopausal Women-an update. *Maturitas* 2009; 63: 34-38.
33. Ertem, K., Yarakoc, Y., Duzova, H., Kekilli, E., Emre, MH., Kilinc, E., Yagmur, C. Effects of different durations of treadmill training exercise on bone mineral density in growing rats. *Biology of Sport.* 2008; 25 (2): 1-7.
34. Joo, YI., Sone, T., Fukunaga, M., Lim, SG., Onodera, S. Effects of endurance exercise on three dimensional trabecular bone micro architecture in young growing rats. *Bone* 2003; 33: 485-493.
35. Renno, ACM., Faganello, FR., Moura, FM., Santos, NSA., Tirico, RP., Bossini PS. The effects of a progressive loading exercise program on femoral physical properties and strength of osteopenic rats. *Acta OrtopBras* 2007; 15 (5): 276-279.
36. Iwamoto, J., Shimamura, C., Takeda, T., Abe, H., Ichimura, S.I, Sato, Y., Toyama, Y. Effects of treadmill exercise on bone mass, bone metabolism, and calciotropic hormones in young growing rats. *J. Bone Miner. Metab.* 2004; 22: 26-31.
37. American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Physical activity and public health in older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007; 39 (8): 1423-1434.
38. Ramírez, JF. Fuerza, funcionalidad y envejecimiento: consideraciones y perspectivas para su intervención. Bogotá: Edit. USTA. 2011. p. 156.
39. Peña, A. Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación* 2003; 37 (6): 339-53.
40. Stengel, SV., Kemmler, W., Pintag, R., Beeskow, C., Weineck, J., Lauber, D. et al. Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *J Appl Physiol.* 2005, 99: 181-188.
41. Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, WJ., Häkkinen, A., Valkeinen, H., Alen, M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J. Appl. Physiol.* 2001; 91: 569 -580.
42. Kyle, UG., Gremion, G., Genton, L., Slosman, DO., Golay, A., Pichard, C. Physical activity and fat free and fat mass by bioelectrical impedance in 3853 adults. *Med. Sci.* 2001; 33: 578-584.
43. Ramírez, JF., Da Silva, ME., Lancho, JL. Influencia de un programa de entrenamiento con saltos en la fuerza explosiva y la funcionalidad de varones longevos. *Rev Geriat Geront.* 2007; 42 (4): 218-226.
44. Babatunde, OO., Forsyth, JJ., Gidlow, CJ. A meta-analysis of brief high-impact exercises for enhancing bone health in premenopausal women. *Osteoporosis International* 2012; 23 (1): 109-119.
45. Özkaya, GY., Aydin, H., Toraman, FN., Kızılay, F., Özdemir, Ö., Cetinkaya, V. Effect of strength and endurance training on cognition in older people. *Journal of Sports Science and Medicine* 2005; 4: 300-313.
46. Mayson, DJ., Kiely, DK., Larose, S., Bean, JF. Leg strength or velocity of movement which is more influential on the balance of mobility limited elders? *Am J. Phys Med Rehabil.* 2008; 87 (12): 969-976.
47. Miszko, TA., Cress, ME., Slade, JM., Covey, CJ., Agrawal, SK., Doerr, CE. Effect of Strength and Power Training on Physical Function in Community-Dwelling Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003; 58 (2): M171-M175.
48. Chun, LW., Yang, RS., Tsauo, JY. Effects of exercise programs on quality of life in osteoporotic and osteopenic postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2009; 23 (10).
49. Haskell, WL., Lee, , Pate, RR., Powell, KE., Blair, , Franklin, et al. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2007; 39 (8): 1423-1434.
50. Fiatarone, M. Exercise and osteoporotic fracture prevention part 2: Prescribing exercise. *Medicine Today* 2007; 8 (1): 1-9.
51. American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2009; 41(3): 687-708.
52. Kemmler, W., von Stengel, S., Bebenek, M., Engelke, K., Hentschke, C., Kalender, WA. Exercise and fractures in postmenopausal women: 12-year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Osteoporosis Int.* 2012; 23 (4): 1267-76.



53. Calero, MD., Navarro, E. Cognitive plasticity as a modulating variable on the effects of memory training in elderly persons. *Arch Clin Neuropsychol.* 2007; 22: 63-72.
54. Colcombe, S., Kramer, AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychol Sci.* 2003; 14: 125-30.
55. Cavallini, E., Pagnin, A., Vecchi, T. Aging and everyday memory: The beneficial effect of memory training. *Arch Gerontol Geriatr.* 2003; 37: 241-57.
56. Thompson, G. Cognitive-training programs for older adults: What are they and can they enhance mental fitness? *Educ Gerontol.* 2003; 31: 603-26.
57. Boron, JB., Willis, SL., Schaie, KW. Cognitive training gain as a predictor of mental status. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2007; 62: 45-52.
58. García, MC., González, EN. Eficacia de un programa de entrenamiento en memoria en el mantenimiento de ancianos con y sin deterioro cognitivo. *Clínica y Salud* 2005; 17 (2): 187-202.
59. Nokes, NR., Tucker, LA. Changes in hip bone mineral density and objectively measured physical activity in middle-aged women: A 6-year prospective study. *Am J Health Promot.* 2012; 26 (6): 341-7.
60. Kraemer, WJ., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, GA., Dooly, C., Feigenbaum, MS., Fleck, SJ. et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002; 34 (2): 364-380.
61. Riemenschneider, FM., Reinhold, T., Nocon, M., Willich, SN. Long-term effectiveness of interventions promoting Physical activity: a systematic review. *Preventive Medicine* 2008; 47: 354-368.
62. Chilibeck, PD., Vatanparast, H., Cornish, SM., Abeysekara, S. Charlesworth S. Evidence-based risk assessment and recommendations for physical activity: Arthritis, osteoporosis, and low back pain. *App. Physiol. Nutr. Metab.* 2011; 36: S49-S79.
63. Moayyeri, A., Besson, H., Luben, RN., Warehan, NJ., Khaw, KT. The association between physical activity in different domains of life and risk of osteoporotic fractures. *Bone Journal* 2010; 47: 693-700.

## Follow us:



**Medicalia.org**

Where Doctors exchange clinical experiences, review their cases and share clinical knowledge. You can also access lots of medical publications for free. **Join Now!**

<http://medicalia.ning.com/>

## Publish with iMedPub

<http://www.imedpub.com>

- ✓ Es una revista en español de libre acceso.
- ✓ Publica artículos originales, casos clínicos, revisiones e imágenes de interés sobre todas las áreas de medicina.

## Archivos de Medicina

- ✓ Se hace bilingüe.

Para la versión en inglés los autores podrán elegir entre publicar en Archives of Medicine:

<http://www.archivesofmedicine.com>

o International Archives of Medicine:

<http://www.intarchmed.com>