

Recibido: 17-8-2015

Aceptado: 23-9-2015

LOS PROGRAMAS DE ACTIVIDAD FÍSICA EN EL TRATAMIENTO DE LA OSTEOPOROSIS

PHYSICAL ACTIVITY PROGRAMS IN THE TREATMENT OF OSTEOPOROSIS

Autor:

Agudo Ruiz, Fco⁽¹⁾

Institución:

⁽¹⁾Universidad de Murcia. agudoruiz@um.es

Resumen:

La osteoporosis, enfermedad caracterizada por la pérdida de la densidad ósea, se constituye como una enfermedad muy extendida y que representa un serio problema de salud pública: riesgo de fracturas, pérdida de la calidad de vida, gasto sanitario...

Tras la menopausia los grandes factores de riesgo de fractura vertebral son achacados a la disminución de la Densidad Mineral Ósea (DMO) y el aumento de la cifosis dorsal. Diversos estudios demuestran que ambos factores son mejorados al implementar protocolos específicos de ejercicio físico que incluyan trabajo de la fuerza extensora de la espalda.

El tratamiento no farmacológico debería basarse no sólo en las medidas para tratar la enfermedad en sí, en las personas que la padecen, sino en la prevención a realizar por las personas sanas a través del ejercicio físico y el control de los factores de riesgo modificables.

Programas de ejercicio físico adecuado, estructurado y con actividades de alto y bajo impacto según proceda, han demostrado su eficacia como instrumento para mejorar la calidad de vida en personas de edad avanzada (osteoporóticas) así como en la prevención y ralentización de su aparición en la población activa que aún no la padece de forma significativa.

El presente trabajo trata de analizar y sintetizar aquellos parámetros que definen un programa adecuado de actividad física contra el avance de los procesos de osteoporosis, en base a los últimos estudios publicados al respecto.

Palabras Clave: Calidad de vida, climaterio, densidad mineral ósea (DMO), masa ósea, fuerza extensora, cifosis.

Abstract:

Osteoporosis, a disease characterized by loss of bone density, constitutes a widespread disease and represents a serious public health problem: risk of fractures, loss of quality of life, health expense...

After menopause the major risk factors for vertebral fracture are blamed on the decreased bone mineral density (BMD) and increased thoracic kyphosis. Studies show that both factors are improved by implementing specific exercise protocols that include working in extensor back strength.

Non-pharmacological treatment should be based not only on measures to treat the disease itself, in people who suffer from it, but on prevention to be performed by healthy people through physical exercise and control of modifiable risk factors.

Proper structured exercise and appropriate programs with high- and low-impact activities, have demonstrated its effectiveness as an instrument to improve the quality of life in elderly people (osteoporotic) as well as in preventing and slowing down its appearance in active population that still do not suffer from it significantly.

This study tries to analyze and synthesize those parameters that define an appropriate programme of physical activity against the advance of the processes of osteoporosis, based on the latest studies published on the subject.

Key Words: Quality of life, Menopause, Bone Mineral Density (BMD), bone mass, back extensors, kyphosis.

1. INTRODUCCIÓN

El hueso está en un proceso permanente de remodelación, formación de matriz ósea y reabsorción de ésta; si hay desequilibrio, es decir, la reabsorción es superior a la síntesis, se genera disminución en la densidad mineral ósea (DMO), presentándose la osteoporosis.

La ingesta de calcio en la dieta es la única fuente de reposición, más eficiente cuando existe una mayor necesidad (embarazo, lactancia, estados patológicos de deficiencia...) siendo estimulada su absorción intestinal por la vitamina D. Además de una dieta con suficiencia es este mineral y vitamina, se recomienda, para la prevención y tratamiento de los procesos osteoporóticos, actividad física, exposición solar y control médico (Dolbow & Georgey, 2013; Ma & Gordon, 2012).

Siendo la genética el determinante más importante en el pico de masa ósea, su pérdida es diferente en hombres y mujeres. En el hombre, es una pérdida regular y lenta, mientras que en la mujer la carencia estrogénica (hormonas responsables de las características femeninas) de la menopausia produce una aceleración de la pérdida ósea.

Osteoporosis significa literalmente “hueso poroso”, enfermedad que afecta al tejido óseo en su densidad y calidad, definida como un trastorno del esqueleto que altera la resistencia ósea e incrementa la fragilidad de los huesos predisponiendo a un mayor riesgo de fracturas.

En los últimos años, la osteoporosis (osteopenia en un primer grado) ha sido reconocida como uno de los grandes problemas de salud pública. Patología relacionada con la edad (envejecimiento) y que afecta con mayor incidencia al sexo femenino. Se inicia en la mujer entre los 35 y 40 años, acelerándose después de la menopausia, hasta llegar a una pérdida de entre 1/2 y 1/3 de su densidad ósea. Actualmente, en España padecen osteoporosis dos millones y medio de mujeres y 750.000 hombres, enfermedad crónica grave sobre todo a edades maduras que afecta a una de cada cinco mujeres de más de 45 años y a cuatro de cada diez de más de 75 (Casajús, 2013).

2. OBJETIVOS

- a) Realizar una revisión actualizada de artículos (estudios) que relacionan la actividad física y osteoporosis.
- b) Exponer los aspectos más significativos, de los diferentes artículos seleccionados, sobre la incidencia de los programas de actividad física en el desarrollo y prevención de la osteoporosis.

3. MÉTODO

La literatura revisada comprende desde el año 2003 hasta el 2014. Para llegar a las fuentes primarias u originales (objetivo de la revisión) hemos iniciado la búsqueda a través de fuentes secundarias, como las múltiples bases de datos: Cochrane Library, DICE, DOAJ, EBSCOHOst, Elsevier Science, ERIC, IngentaConnect, Medline, OVID, ProQuest, Pub Med, Redalyc, Sage, Scielo, Scopus, Scirus, Sport Discus, SpringerLink, Swetswise, UCO, Wiley InterScience, y Xabio. La localización se orientó usando las palabras clave: osteoporosis, programas de actividad física y osteoporosis, ejercicio físico y osteoporosis, exercise and osteoporosis, exercise program and osteoporosis y physical activity and osteoporosis.

Tras la recopilación de material, fueron seleccionados 44 artículos (33 publicados en inglés) tomando como criterios principales: carácter científico, periodo de publicación, aportación y relevancia de las conclusiones.

4. DESARROLLO Y DISCUSIÓN

Para Nández, Castrejón y Cruz (2009), clínicamente podríamos distinguir dos tipos de osteoporosis:

- a) Primaria, de tipo I o postmenopáusica (aparece en los 10 años que siguen a la menopausia, periodo en el que perderá el 45% de su masa ósea. Afecta principalmente al hueso trabecular o esponjoso).
- b) Secundaria, de tipo II o senil (pérdida trabecular, pero predominantemente cortical, denso o compacto)

En las mujeres de más edad, los tipos I y II coexisten con frecuencia.

Otros autores como Martínez, Molina, Consuegra, Vázquez y Fernández (2006), la clasifican en:

- 1. Primaria o idiopática
 - a. Juvenil (infrecuente)
 - b. Postmenopáusica (aparece entre 50 y 75 años, seis veces más frecuente en mujeres)
 - c. Senil (relacionada con el proceso de envejecimiento, en pacientes de más de 60 años, con el doble de frecuencia en mujeres que en hombres)
- 2. Secundarias (alimentarias, digestivas, genéticas, farmacológicas, tumorales...) que representan menos del 5% de los casos de osteoporosis.

La osteoporosis está relacionada con el pico de masa ósea alcanzado antes de los 20 años de edad (Gracia, González, Gómez & Vicente, 2012), demostrándose que la pérdida de hueso trabecular (esponjoso) ocurre desde la tercera década, mientras que el cortical (compacto) aumenta o se mantiene constante hasta la quinta década (Bloomfield, Little, Nelson & Yingling, 2004). En la literatura científica se expone un hecho de forma unánime: es más difícil restituir la masa ósea que prevenir su pérdida.

La prevalencia de osteoporosis en mayores de 50 años se ha estimado entre el 15%-30% en hombres y entre el 30%-50% en mujeres, situándose por encima del 50% en sujetos mayores de 70 años (Nikander et al., 2010). La incidencia de fracturas por osteoporosis aumenta en proporción inversa a la

disminución de la DMO y aumenta exponencialmente con la edad, representando en las mujeres un riesgo mayor del 50% para desarrollar al menos una fractura osteoporótica

Si bien el componente hereditario determina de una manera muy significativa (70%) el nivel de contenido y densidad mineral ósea en los individuos, además del sexo, raza, menopausia, enfermedades...; hay otros factores modificables de gran incidencia osteogénica: factores ambientales (clima), estilo de vida, actividad física, nutrición (especialmente calcio y vitamina D), consumo de tabaco, alcohol y café, nivel socioeconómico (alimentación), uso prolongado de medicamentos... (Gupta et al., 2014).

La gran incidencia que presenta esta enfermedad, hace necesario un enfoque preventivo y terapéutico eficaz, siendo la actividad física la principal alternativa preventiva en las primeras etapas de la vida y terapéutica en etapas posteriores. La condición física ha mostrado estar asociada al desarrollo óseo (Gracia et al., 2011), traduciéndose el efecto de la actividad física en el periostio en un mayor incremento de la fuerza del hueso y no sólo de la masa ósea (mejora trabecular y cortical).

4.1. PRESCRIPCIONES

La prevención de la osteoporosis empieza desde la infancia, teniendo presente que el organismo humano está constituido para ser activo no sedentario, siendo el movimiento la propiedad fundamental que determinará la incidencia de la acción muscular sobre los huesos. Por ello, las actividades físicas deberán estar adaptadas a las aptitudes físicas, gustos y posibilidades de los destinatarios, con la finalidad de conseguir un esfuerzo e implicación duraderos, regulares y saludables.

En cuanto al efecto de la actividad física sobre la DMO, diversos estudios señalan como muy favorecedores los beneficios del ejercicio que soporta peso, siendo el estadio prepuberal donde se observan incrementos significativos en el contenido mineral óseo (Behringer, Gruerzner, McCourt &

Mester, 2014); por ello, la práctica física debería estimularse desde el periodo escolar (ámbito escolar y extraescolar) etapa que potencialmente aportará los mayores beneficios al tejido óseo, máxime si tenemos en cuenta que, en etapas posteriores hay un gran descenso de la práctica físico-deportiva (sobre todo en mujeres) y aumento del sedentarismo (obesidad), como nos demuestra unánimemente la literatura especializada. En la etapa adulta aumenta el ritmo de pérdida de masa ósea, especialmente en las mujeres (a partir de los 50 años) debido principalmente a los cambios hormonales que tienen lugar con la menopausia (Yuen et al., 2010).

Algunas revisiones, sistemáticas y recientes, que examinan la relación entre actividad física y osteoporosis (Baena & Ramos, 2003; Vélez, Albán, Reina, Idagarra & Gensini, 2008; Villada & Ariza, 2013) recogen cómo a través de ésta se pueden tratar patologías producidas por la menopausia precoz, tales como la osteoporosis, hipertensión, obesidad, depresión y ansiedad; así como los beneficios que el ejercicio proporciona en la prevención de enfermedades en mujeres con menopausia (climaterio o cesación de la menstruación). Diferentes ensayos clínicos, que valoran el efecto del ejercicio sobre la masa mineral esquelética, concluyen que las mujeres postmenopáusicas activas preservan el contenido mineral óseo, mientras que las no activas pierden por encima del 1% ó 2% al año (Morales, 2010).

La respuesta del sistema muscular y osteo-articular es directamente proporcional a la intensidad del estímulo (la Ley de Wolff sugiere que el esqueleto se adapta al nivel de carga a que es sometido), lo que implica cambios positivos importantes al variar las cargas de un nivel medio a elevado (Kemmler et al., 2012; Nokes & Tucker, 2012) y a la continuidad del estímulo; a pesar de ello, se encontraron beneficios en la densidad ósea de atletas retirados más de 30 años, que reducían a la mitad el riesgo de sufrir fracturas (Karlsson & Rosengren, 2012). Siendo así, la actividad física mejora la calidad de vida limitando minusvalías en la tercera edad, sufriendo menos caídas y, por lo tanto, menos lesiones y fracturas (Gregg et al., 2003; Rogers, Rogers, Tekeshima & Islam, 2003)

Dado que el tejido óseo se ve afectado, en su eje longitudinal, por la gravedad como fuerza de comprensión y por la tensión muscular e impactos como los producidos por la marcha y la carrera, se ha observado un aumento de la densidad mineral ósea y una consiguiente disminución de la osteoporosis con sistemas de entrenamiento por vibraciones mecánicas (Da Silva, Vaamonde & Padullés, 2006). Las actividades más osteogénicas son aquellas que implican fuertes impactos, la propia carga corporal y las que se dirigen a la mejora de la fuerza y/o masa muscular (Vicente, 2006), teniendo en cuenta que el efecto del ejercicio sobre la DMO tienen un carácter específico, es decir, la actividad física provoca cambios en los huesos sometidos a las tensiones generadas por dichas cargas, fenómeno que no afecta a otros huesos (Korpelainen et al., 2006; Martyn & Carrol, 2006; Winters & Snow, 2006).

En el estudio sobre la prevención de la osteoporosis y el aumento de la forma física sobre una población al inicio de la menopausia (EFOPS) durante dos años, a través de ejercicios de alto impacto y fuerza muscular (ejercicios isométricos), se determinó que había una mejora significativa sobre la densidad ósea en la columna vertebral, en la reducción del colesterol y triglicéridos, y en la disminución de la apreciación del dolor cervical y torácico. Paradójicamente, los ejercicios de alto impacto determinaron una disminución en la apreciación del dolor en la columna vertebral, especialmente en la zona lumbar (Kemmler et al., 2004).

En cualquier caso y aunque los beneficios que el ejercicio físico provocan en la mujer menopáusica no sean muy diferentes a los del resto de etapas de la vida, en este periodo cobran una especial importancia puesto que en esta fase hay un aumento importante de los Factores de Riesgo Cardiovasculares (RCV). Para frenar la pérdida de masa ósea, se consideran necesarias cantidades de actividad física mayores que la necesaria para obtener beneficios cardiovasculares (Korpelainen, Keinänen, Heikkinen, Väänänen & Kerpelainen, 2003).

Morales (2010), encuentra que los múltiples artículos analizados para valorar el efecto de los programas de ejercicio físico sobre la fuerza extensora

de los músculos del tronco, la disposición de la columna vertebral en el plano sagital y los cambios en la DMO de mujeres postmenopáusicas son muy heterogéneos respecto a la duración del programa, frecuencia, intensidades, series, repeticiones y ejercicios. Sin embargo sí muestran resultados significativos respecto al retraso o detenimiento de la disminución de masa ósea a través de los ejercicios realizados en los programas de ejercicio físico.

Programas de ejercicio físico estructurado y realizados durante, al menos cuatro o cinco meses, dos y tres días a la semana, aumentan la calidad de vida de la mujer menopáusica, mejorando el equilibrio y la fuerza extensora de las rodillas, con lo cual disminuimos el riesgo de sufrir fracturas por caídas; lo cual no sucede con programas de actividad física a más corto plazo (Saucedo Rodrio et al., 2009; Villada & Ariza, 2013).

La actividad física propuesta a personas mayores, con osteoporosis, deberán minimizar el riesgo de caídas o accidentes y tener en cuenta actividades de equilibrio, concentración y memoria (Villada & Ariza, 2013), siendo muy eficaces los programas de actividad física que combinan ejercicios de fortalecimiento muscular, estiramientos, ejercicios específicos de equilibrio, correcciones posturales... (Banez et al., 2008 ; Filiatrault et. al., 2008; Hourigan et al., 2008 ; Howe, Rochester, Jackson, Banks & Blair, 2007; Liu-Ambrose et al., 2008)

Diferentes estudios sostienen que el entrenamiento de alta intensidad de la resistencia no sólo tiene un efecto protector de la intensidad mineral ósea del cuello del fémur y de la espina lumbar, sino que también aumenta la masa muscular, la fuerza y el equilibrio dinámico; reduciendo el riesgo de futuras fracturas por osteoporosis (Aveiro, Granito, Navega, Driusso & Oishi, 2006); o bien afirman 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 adaptaciones en la morfología ósea, especialmente cuando incorporan ejercicios de impacto y explosivos.

En las personas de edad avanzada, el ejercicio aeróbico como el caminar aporta un gran beneficio a nivel de salud y capacidad funcional, con un mínimo de 150 minutos semanales y bloques mínimos de 10 minutos, resultando ideal si es combinado con ejercicios que proporcionen mayor estrés mecánico sobre el hueso, como por ejemplo ejercicios a través de los cuales entrenar la fuerza y beneficiar así a la masa ósea en personas de edad avanzada; realizado en programas de dos días por semana (mínimo) y trabajando todos los grandes grupos musculares con total seguridad y corrección postural (Tremblay, Colley, Saunders, Healy & Owen, 2010). Una ejercitación de un solo día a la semana, no produce los beneficios y cambios perseguidos y además, se está expuesto con mayor incidencia a daños y lesiones (Saucedo, Abellán, Gómez, Leal & Ortega, 2009).

Actualmente, parece aceptado el hecho de que los deportes de alto impacto (tenis, squash, gimnasia, hockey hielo, voleibol, fútbol) están asociados con una mayor densidad ósea, mientras que la práctica de deportes de resistencia (correr, ciclismo, natación) muestran unos resultados menos prometedores (Karlsson & Rosengren, 2012; Todd & Robinson, 2003). Los ejercicios de poco impacto, actividad aeróbica, ligera y poco frecuentes no incrementan la densidad mineral ósea, aunque ayudan a prevenirla (Todd & Robinson, 2003; Villada & Ariza, 2013); por ello, deportes como el ciclismo o la natación no serían recomendables para el aumento de la densidad mineral ósea ya que no implican una resistencia ni impacto significativos (Ureña, Poyatos, Martín, Díaz & Valdivielso, 2010). A pesar de ello, el ejercicio físico no extenuante favorece un adecuado modelado óseo (Sáez & Pascual, 2006).

Realizar actividades naturales y de la vida diaria pueden ser muy apropiadas, diferentes estudios sugieren que ejercicios como caminar rápido, correr, subir escaleras y recorrer senderos naturales con variación de intensidades bajas y medias, contribuirían a mantener la salud ósea (ACSM, 2009; Martyn & Carroll, 2008; Kemmler et al., 2012).

Ejercicios de alto impacto y caminar, deberían ser parte de un programa de prevención de pérdida ósea en mujeres premenopáusicas (Kemmler et al.,

2004), pero si hay osteoporosis se tendrá que extremar la precaución al realizar actividades de cierto impacto como el correr, para no provocar una fractura por estrés (Gracia et al., 2012).

En general, se evidencia una relación directa de la densidad ósea como consecuencia o causa directa del ejercicio físico cuando éste se realiza durante toda una vida (Todd & Robinson, 2003) por ello, una actividad física, recreacional y continuada puede mantener los niveles conseguidos en épocas anteriores de la vida, frente a la mayor pérdida por inactividad (Karlsson & Rosengren, 2012).

4.2. CONTRAINDICACIONES

Hasta la adolescencia, una práctica casi exclusiva (no complementaria) del ciclismo y/o de la natación, puede afectar negativamente al desarrollo óseo interfiriendo en la adquisición de un pico de masa óseo elevado; en cuyo caso se recomienda hacer un trabajo complementario (Olmedillas, González, Moreno, Casajús & Vicente, 2011; Tenforde & Fredericson, 2011)

Tal y como nos sugieren Villada y Ariza (2013), en las personas con cierta edad y que presentan osteoporosis (riesgo de fractura):

- a) Evitaremos los ejercicios relacionados con la flexo extensión de la columna vertebral (tanto de pie como sentados), puesto que se incrementa el riesgo de fractura por compresión vertebral anterior.
- b) Si tienen una pobre masa muscular y alta masa grasa, los patrones de marcha, carrera y salto pueden verse alterados (cuidado con las caídas al realizar ejercicios).

Si además tienen problemas de equilibrio o artritis deberán ser supervisados profesionalmente debido al elevado riesgo de sufrir fracturas limitantes (Moayyeri, Besson, Luben, Warehan & Khaw, 2010)

5. CONCLUSIONES

1º.- El primer paso, en la prevención de la osteoporosis, es practicar 3-4 días por semana actividad física de forma regular, mantener adecuados niveles de calcio y vitamina D, así como prudentemente exposición solar.

2º.- La infancia y la adolescencia son periodos críticos y óptimos para mejorar la masa ósea a través de adecuadas cargas mecánicas, puesto que los beneficios adquiridos durante el crecimiento se mantiene en edades avanzadas, a pesar de la reducción de actividad física en la etapa adulta.

3º.- Los programas de actividad física para tratar la osteoporosis deberán tener contenidos variados, puesto que en la patología incide un estrés multisistémico (cardiovascular y neuro-muscular); en ellos es vital el adaptar (individualizar) variables como el volumen, la intensidad, la duración, la recuperación... al trabajo con adultos mayores.

4º.- Los ejercicios aeróbicos de intensidad moderada a elevada (aplicados de forma progresiva) que combinan contenidos de impacto (trote, saltos...) muestran un efecto positivo protector sobre el sistema osteoarticular y revelan las adaptaciones más significativas.

5º.- Los ejercicios de elevada intensidad y corta duración, anaeróbicos (explosivos y de impacto) tienen un efecto positivo sobre el pico de masa ósea.

6º.- En la prevención de procesos osteoporóticos, realizados en programas a medio-largo plazo, serán contenidos...

a) Muy interesantes:

- Deportes como el fútbol, balonmano, yudo, gimnasia artística, voleibol, baloncesto, tenis, atletismo (velocidad, carrera, saltos)
- Entrenamiento con pesas y cargas
- Ejercicios pliométricos (sobre todo como complemento a natación y/o ciclismo), isométricos (en descompensaciones lateralizadas y/o tratar patologías)

b) Poco interesantes (si se realizan exclusivamente):

- Natación
- Ciclismo

c) Contraproducente:

- Sedentarismo e inactividad

7º.- En personas de edad avanzada y/o problemas osteoporóticos, un programa de actividad física, deberá tener en cuenta:

a) Supervisión profesional (médico y graduado en ciencias de la actividad física y el deporte)

b) Actividad física 2-3 días/semana

c) Todos los contenidos se realizarán con la necesaria concienciación e higiene postural por parte del usuario.

d) Contenidos :

- de bajo impacto (natación, caminar, baile, bicicleta, subir y bajar escaleras, ejercicios en el agua, aerobio acuático...)
- de alto impacto (saltar, trotar, tenis, juegos de lanzamiento y recepción, aerobio...)
- Ejercicios de fuerza:
 - o Principalmente isométricos, en máquinas o suelo
 - o Sobre grandes grupos musculares
 - o Con pesos muy livianos o el propio peso corporal

- Ejercicios de coordinación, equilibrio (estático y dinámico), flexibilidad

e) Contraindicaciones: rotaciones, flexo-extensión de la columna, golpes y caídas.

8º.- En resumen, un modelo de vida saludable, en el que la actividad física es una constante a lo largo de la vida, es el medio más eficaz para prevenir y tratar la osteoporosis.

6. PROSPECTIVAS

- Investigar la relación entre fracturas relevantes, en personas mayores, y los programas de actividad física como medida preventiva.
- Diseño de estudios a largo plazo para analizar el grado de significación de los factores que muestran una tendencia benéfica, de los programas de actividad física estructurados, hacia parámetros de salud física y mental.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine, ACSM, (2009). The American Heart Association. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687-708.
2. Aveiro, M.C., Granito, R.N., Navega, M.T., Driusso, P., & Oishi, J. (2006). Influence of a physical training program on muscle strength, balance and gait velocity among women with osteoporosis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 10(4), 441-448.
3. Baena Antequera, M.J.B, & Ramos, F.J.V (2003). La actividad física y la menopausia precoz. *Lecturas: Educación física y deportes*, 9(66), 18.
4. Banez, C., Tully, S., Amaral, L., Kwan, D., Kung, A., Mak, K., & Alibhai, S.M. (2008). Development, implementation, and evaluation of an interprofessional falls prevention program for older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(8), 1549-55.
5. Behringer, M., Gruetzner, S., McCourt, M., & Mester, J. (2014). Effects of Weight - Bearing Activities on Bone Mineral Content and Density in Children

and Adolescents: A Meta - Analysis. *Journal of Bone and Mineral Research*, 29(2), 467-478.

6. Bloomfield, S.A., Little, K.D., Nelson, M.E., & Yingling, V.R. (2004). Position Stand. Physical Activity and Bone Health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 195(9131/04), 3611.

7. Casajús Sola, L. (2013). *Programa de salud para prevenir la osteoporosis en las mujeres de Navarra*. Universidad Pública de Navarra, 20.

8. Da Silva, M.E., Vaamonde, D.M., & Padullés, J.M. (2006). Entrenamiento con vibraciones mecánicas y salud: efectos sobre los sistemas óseo, endocrino y cardiovascular. *Apunts*, 84, 48-57.

9. Dolbow, D.R., & Gorgey, A.S. (2013). Non-Pharmacological Managemene of Osteoporosis. *Clinical Kinesiology*, 67(2), 5-9

10. Filiatrault, J., Gauvin, L., Richard, L., Robitaille, Y., Laforest, S., Fournier, M., & Corriveau, H. (2008). Impact of a multifaceted community-based falls prevention program on balance-related psychologic factors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(10), 1948-1957.

11. Gracia-Marco, L., González-Agüero, A., Gómez-Cabello, A., & Vicente-Rodríguez, G. (2012). Osteoporosis, salud ósea y ejercicio en distintas poblaciones. *Colección ICD: Investigación en Ciencias del Deporte*, (58).

12. Gracia-Marco, L., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J.A., Molnar, D., Castillo, M.J., & Moreno, L.A. (2011). Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. *European Journal of applied physiology*, 111(11), 2671-2680.

13. Gregg, E.W., Cauley, J.A., Stone, K., Thompson, T.J., Bauer, D.C., Cummings, S.R., ...& Study of Osteoporotic Fractures Research Group. (2003). Relationship of changes in physical activity and mortality among older women. *Jama*, 289(18), 2379-2386.

14. Gupta, S., Ahsan, I., Mahfooz, N., Abdelhamid, N., Ramanathan, M., & Weinstock-Guttman, B. (2014). Osteoporosis and Multiple Sclerosis: Risk

Factors, Pathophysiology, and Therapeutic Interventions. *CNS Drugs*, 28(8), 731-742.

15. Hourigan, S.R., Nitz, J.C., Brauer, S.G., O'Neill, S., Wong, J., & Richardson, C.A. (2008). Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporosis international*, 19(7), 1077-86.

16. Howe, T.E., Rochester, L., Jackson, A., Banks, P.M., & Blair, V.A. (2007). Exercise for improving balance in older people. *The Cochrane Library*.

17. Karlsson, M.K., & Rosengren, B.E. (2012). Physical activity as a strategy to reduce the risk of osteoporosis and fragility fractures. *International Journal of endocrinology and metabolism*, 10(3), 527-536.

18. Kemmler, W., Lauber, D., Weineck, J., Hensen, J., Kalender, W., & Engelke, K. (2004). Benefits of 2 years of intense exercise on bone density, physical fitness, and blood lipids in early postmenopausal osteopenic women: results of the Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Archives of Internal Medicine*, 164(10), 1084-1091.

19. Kemmler, W., Von Stengel, S., Bebenek, M., Engelke, K., Hentschke, C., & Kalender, W.A. (2012). Exercise and fractures in postmenopausal women: 12-year results of the Erlangen Fitness and Osteoporosis Prevention Study (EFOPS). *Osteoporosis International*, 23 (4), 1267-1276.

20. Korpelainen, R., Keinänen-Kiukaanniemi, S., Heikkinen, J., Väänänen, K., & Korpelainen, J. (2006). Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporosis International*, 17(1), 109-18.

21. Korpelainen, R., Korpelainen, J., Heikkinen, J., Väänänen, K., & Keinänen-Kiukaanniemi, S. (2003). Lifestyle factors are associated with osteoporosis in lean women but not in normal and overweight women: a population-based cohort study of 1222 women. *Osteoporosis International*, 14(1), 34-43.

22. Liu-Ambrose, T., Donaldson, M.G., Ahamed, Y., Graf, P., Cook, W.L., Close, J., & Khan, K.M. (2008). Otago home-based strength and balance retraining

improves executive functioning in older fallers: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(10), 1821-1830.

23. Ma, N.S., & Gordon, C.M. (2012). Pediatric osteoporosis: where are we now? *The Journal of pediatrics*, 161(6), 983-990.

24. Martínez, Y.I., Molina, J.J.R., Consuegra, A.M.M, Vázquez, H.J., & Fernández, F.R. (2007). La osteoporosis: una epidemia silenciosa. *Medisur*, 4(1), 85-91.

25. Martyn-St James, M., & Carrol, S. (2006). High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporosis International*, 17(8), 1225-1240.

26. Martyn-St James, M., & Carroll, S. (2008). Meta-analysis of walking for preservation of bone mineral density in postmenopausal women. *Bone*, 43(3), 521-531.

27. Moayyeri, A., Besson, H., Luben, R.N., Warehan, N.J., & Khaw, K.T. (2010). The association between physical activity in different domains of life and risk of osteoporotic fractures. *Bone Journal*, 47(3), 693-700.

28. Morales, S.G. (2010). Evolución de las investigaciones en programas de ejercicio físico para mujeres postmenopáusicas con Osteoporosis. *Scientia: revista multidisciplinar de ciencias de la salud*, 15(1), 35-49.

29. Nández-Germán, S.L., Catrejón-González, M.O., & Cruz, R.M.M. (2009). Efectos del ejercicio sobre la densidad mineral ósea en pacientes con osteopenia. *Revista de Sanidad Militar México*, 63(1), 18-27.

30. Nikander, R., Sievänen, H., Heinonen, A., Daly, R., Uusi-Rasi, K., & Kannus, P. (2010). Targeted exercise against osteoporosis: a systematic review and meta-analysis for optimising bone strength throughout life. *BMC medicine*, 8(1), 47.

31. Nokes, N.R., & Tucker, L.A. (2012). Changes in hip bone mineral density and objectively measured physical activity in middle-aged women: a 6-year prospective study. *American Journal of Health Promotion*, 26(6), 341-347.

32. Olmedillas, H., González-Agüero, A., Moreno, L.A., Casajús, J.A., & Vicente-Rodríguez, G. (2011). Bone related health status in adolescent cyclist. *PLoS One*, 6(9), e24841.
33. Rogers, M.E., Rogers, N.L., Takeshima, N., & Islam, M.M. (2003). Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Preventive medicine*, 36(3), 255-264.
34. Sáez, M.J.F., & Pascual, J.J.P. (2006). Factores de riesgo de Osteoporosis en mujeres postmenopáusicas. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 1(3), 121-125.
35. Saucedo Rodrigo, P., Abellán Alemán, J., Gómez Lara, P., Leal Hernández, H., Ortega Toro, E., & Colado Sánchez, J.C. (2009). Efectos de un programa de ejercicio físico sobre la calidad de vida en la postmenopausia. *Archivos de Medicina Familiar*, 11(1), 3-10.
36. Tenforde, A.S. & Fredericson, M. (2011). Influence of sports participation on bone health in the young athlete: a review of the literature. *PM&R*, 3(9), 861-867.
37. Todd, J.A., & Robinson, R.J. (2003). Osteoporosis and exercise. *Postgraduate medical journal*, 79(932), 320-323.
38. Tremblay, M.S., Colley, R.C., Saunders, T.J., Healy, G.N., & Owen, N. (2010). Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(6), 725-40.
39. Ureña, G.D., Poyatos, M.C., Martín, A.B., Díaz, F.J., & Valdivielso, F.N. (2010). Efecto de dos programas de actividad física en el medio acuático con diferente impacto, sobre el índice de rigidez óseo y el nivel de actividad física en mujeres postmenopáusicas y osteopénicas de Toledo. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(20), 196-204.
40. Vélez, R.R., Albán, C.A.L., Reina, H.R.T., Idarraga, M., & Gensini, F.G. (2008). Beneficios percibidos de un grupo de mujeres en climaterio

incorporadas a un programa de actividad física terapéutica. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 43(157), 14-23.

41. Vicente-Rodríguez, G. (2006). How does exercise affects bone development during growth? *Sport Medicine*, 36(7), 561-569.

42. Villada, J.F.R., & Ariza, H.H.L. (2013). Revisión sistemática sobre la importancia del ejercicio físico para la prevención y tratamiento de la osteoporosis. *Archivos de Medicina*, 9(1).

43. Winters-Stone, K.M., & Snow, C.M. (2006). Site-specific response of bone to exercise in premenopausal women. *Bone*, 39(6), 1203-1209.

44. Yuen, K.W., Kwok, T.C., Qin, L., Leung, J.C., Chan, D.C., Kwok, A.W., & Leung, P.C. (2010). Characteristics of age-related changes in bone compared between male and female reference Chinese populations in Hong Kong: a pQCT study. *Journal of bone and mineral metabolism*, 28(6), 672-681.

