Med Int Mex 2012;28(2):117-123

Artículo original

Repercuciones de un programa de actividad física en la densidad mineral ósea de mujeres pre y menopáusicas

María Cristina Rodríguez Gutiérrez,* Beatriz Ruiz Padilla,** Soledad Echegoyen Monroy*

RESUMEN

Antecedentes: la actividad física programada, dosificada e indicada adecuadamente con ejercicio aeróbico, de fuerza con pesos extras y coordinación motora repercute en la calidad del hueso.
Objetivo: investigar el efecto de la actividad física controlada y supervisada, en mujeres mexicanas entre 45 y 60 años, en la densidad mineral ósea.
Material y método: estudio prospectivo, longitudinal y descriptivo realizado en mujeres de entre 45 y 60 años de edad (47 mujeres, 17 pre y 30 menopáusicas sedentarias) que se incorporaron a un programa de actividad física, controlado y dosificado por un periodo de diez meses. Se valoró densidad mineral ósea con ultrasonido cuantitativo de radio y tibia al inicio y final del programa.
Resultados: hubo cambios significativos en la condición física. La DMO sin cambios significativos, en el ultrasonido cuantitativo hubo un incremento significativo en la velocidad de conducción, en el radio de 3085.21 a 3999 m·s-1 y en la tibia de 2874.2 a 3801.7 m·s-1 (p< 0.02) en los dos grupos.
Conclusiones: la actividad física dosificada y controlada puede mantener la calidad ósea en mujeres menopáusicas. El ultrasonido cuantitativo permite monitorear los cambios en la microarquitectura ósea disminuyendo los costos de los estudios.

Palabras clave: densidad mineral ósea, osteoporosis, actividad física.

ABSTRACT

Background: Appropriately designed and controlled physical activity by means of aerobic, weight-lifting and motor-coordination exercises has an impact in the bone quality.
Objective: The aim is to observe the effect of the physical activity on the bone mineral density (BMD) in Mexican women between 45 and 60 years of age.
Material and Method: A prospective, longitudinal, descriptive study in forty seven sedentary women (17 premenopausal and 30 menopausal), between 45 to 60 years of age, recruited for a ten-month physical program. Bone mineral density and speed of sound (SOS) were measured using a quantitative ultrasound of the tibia and radius at the beginning and at the end of the physical program.
Results: There were significant differences in physical condition before and after the program. Bone mineral density showed no significant change. There was an increment in SOS—in radius from 3085,21 to 3999 m s-1, and in tibia from 28,74 to 3801,7 m s-1 (p< 0.02)—in both groups.
Conclusions: Controlled physical activity can maintain bone quality in menopausal women. Quantitative ultrasound allows monitoring of changes in bone microarchitecture and so lowers the cost of related studies.

Key words: Bone mineral density, osteoporosis, physical activity.

* Dirección de Medicina del Deporte. Dirección de Actividades Deportivas y Recreativas.
** Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.

Correspondencia: Dra. Cristina Rodríguez. Allende 78-13 México 14000 DF. Correo electrónico: mrodrigu@servidor.unam.mx

Recibido: 27 de noviembre 2011. Aceptado: enero 2012

Este artículo debe citarse como: Rodríguez-Gutiérrez MC, Ruiz-Padilla B, Echegoyen-Monroy S. Repercusiones de un programa de actividad física en la densidad mineral ósea de mujeres pre y menopáusicas. Med Int Mex 2012;28(2):117-123.

www.nietoeditores.com.mx

La asociación entre carga mecánica y masa ósea la describió, inicialmente, Galileo en 1683 al notar la relación entre el peso corporal y el tamaño de los huesos. En 1892 Julius Wolff, un anatomista alemán, se percató que la presión mecánica aplicada al hueso influía en la resistencia del mismo.[1]

Uno de los problemas de salud actuales es la osteoporosis, por los altos gastos que implica el tratamiento de sus complicaciones. La osteoporosis tiene importantes consecuencias físicas, psicológicas y económicas que

afectan al individuo, a la familia y a la comunidad. Se estima que en Estados Unidos los gastos generados por el tratamiento de pacientes con osteoporosis son de entre 10 a 15 mil millones de dólares al año.[2] En México, 1 de cada 12 mujeres y 1 de cada 20 hombres se fracturan la cadera después de los 50 años. En el año 2006 el costo de la atención de las fracturas de cadera fue mayor a los 90 millones de pesos.[3]

La incidencia de fracturas en personas con osteoporosis se incrementa con la edad. La probabilidad de que un paciente mayor de 50 años sufra una fractura de cadera durante su vida es de 14%.[2] Las fracturas de cadera y vertebrales suceden con mayor frecuencia en mujeres entre la séptima y octava décadas de la vida. Las fracturas de muñeca se registran entre los 50 y 70 años de edad. La fractura de cadera tiene gran repercusión en la calidad de vida del paciente pues existen evidencias de que cerca de 80% de las mujeres mayores de 75 años prefiere morir que padecer una fractura de este tipo porque su calidad de vida se afecta de manera muy importante.[2]

La osteoporosis es una enfermedad esquelética caracterizada por densidad mineral ósea disminuida y deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, circunstancias que incrementan el riesgo de fractura.[2,3]

La densidad ósea se expresa en gramos de mineral por área. Está aceptado que la absorsiometría de rayos X de energía dual es el patrón de referencia para medir la densidad mineral ósea.[4]

La Organización Mundial de la Salud define, operacionalmente, a la osteoporosis como el resultado de la densidad mineral ósea de 2.5 desviaciones estándar por debajo de la media para mujeres blancas jóvenes, de acuerdo con la edad. Se han buscado métodos más baratos y fáciles de realizar y se ha investigado el uso del ultrasonido cuantitativo, que es un método no invasor, libre de radiación y más económico, que mide la velocidad de las ondas ultrasónicas (SOS speed of sound por sus siglas en inglés). Al pasar por la masa ósea permite ver la calidad del hueso y, con su resultado, se propone definir el riesgo de fractura.[5]

Existen diversos factores que aumentan el riesgo de padecer osteoporosis, entre ellos: sexo femenino, edad, deficiencia de estrógenos, raza blanca, pérdida de peso y de masa corporal, antecedentes familiares de osteoporosis, tabaquismo y alcoholismo positivo e ingestión importante de productos con cafeína.[6] Aunado a esto se ha observado que la práctica irregular de actividad física se relaciona de forma importante con la disminución de la densidad mineral ósea. El ejercicio excesivo durante la niñez y adolescencia también se relaciona con la densidad mineral ósea en las etapas tardías de la vida. La menarquia tardía, la menopausia temprana y las bajas concentraciones de estrógenos también se relacionan con bajos niveles de densidad mineral ósea.[2]

Son varios los factores que contribuyen a construir y mantener la salud del hueso; por lo tanto, para evitar la osteoporosis a lo largo de la vida deben procurarse: una buena nutrición, peso corporal adecuado, exposición a hormonas sexuales y actividad física.

El efecto osteogénico del ejercicio se observa durante las etapas de crecimiento, como la niñez y la adolescencia, que puede disminuir el riesgo de fractura durante las etapas tardías de la vida. Se ha observado que los periodos cortos e intensos de carga sobre el hueso, al realizar ejercicio de tres a cinco veces por semana, son un potente estímulo para mantener o incrementar la masa ósea. En un trabajo publicado por Drinkwater[7] se observó que existía mayor densidad mineral ósea en los levantadores de peso comparados con los corredores y los nadadores. Por eso se recomienda el entrenamiento en circuitos de resistencia, caminatas con peso extra, trote, baile, saltos de cuerda o gimnasia. Si las actividades son de un relativo alto impacto sobre la masa ósea generan mayor depósito de calcio en ésta, sobre todo en los sitios de carga. Las mujeres y hombres que realizan actividades de fuerza e impacto tienen una masa ósea mayor que los que practican actividades de resistencia.

Los ejercicios excéntricos proveen mayor estímulo osteogénico en sitios específicos que los ejercicios concéntricos, porque las fuerzas son mayores. De igual forma, se ha visto que el efecto osteogénico se relaciona con la actividad que se practica; por ejemplo, en un lanzador de béisbol o un tenista, la densidad ósea es mayor en el brazo dominante; en un bailarín de flamenco, se incrementa en las tibias.[8]

Varios autores recomiendan la actividad física para prevenir la osteoporosis y osteopenia y han observado que disminuye la pérdida mineral del hueso.[9-20] Aunque se han realzado estudios de la relación del ejercicio con la mineralización hasta el momento son pocos los que determinan la cantidad e intensidad de ejercicio que impida la desmineralización ósea. Por esta razón el objetivo de

este estudio fue investigar el efecto de la actividad física controlada y supervisada en mujeres mexicanas de entre 45 y 60 años, en la densidad mineral ósea.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio prospectivo, longitudinal y descriptivo realizado en mujeres de entre 45 y 60 años de edad. Por medio de la *Gaceta UNAM* se convocó a todas las mujeres que quisieran participar. Acudieron 99 mujeres sedentarias, que no tomaban complementos alimenticios ni suplementos hormonales. Previo consentimiento informado se valoró el estado de salud, las características antropométricas y cualidades físicas.

A cada participante se le aplicó un cuestionario para conocer sus hábitos dietéticos y de vida. Se midió su peso y estatura con báscula de pie y estadímetro marca BAME (México). Se determinó el porcentaje de grasa, con la medición de tres pliegues cutáneos, con un plicómetro marca Harpenden (England). Para el cálculo se utilizaron las tablas para mujeres sedentarias de Jackson y Pollock.[21]

Previo electrocardiograma en reposo (Nikon Koden Cardiofax V) se valoró la capacidad aeróbica y la adaptación cardiovascular con un cicloergómetro (SCIFIT Pro II), siguiendo el protocolo de Astrand. Se verificó que no hubiera contraindicación para realizar ejercicio.

Se midió la densidad mineral ósea en la columna y la cadera con un densitómetro de masa (DXA) marca Lunar DPX. Se utilizó ultrasonido cuantitativo para medir la velocidad de ondas ultrasónicas (SOS) en el radio y la tibia con un sonómetro marca Sunligth, modelo Omnisense 8000. Todas las mediciones se realizaron al inicio y al final del estudio.

Se les aplicó un programa progresivo de ejercicio supervisado durante diez meses, dividido en tres periodos (Figura 1):

1. Acondicionamiento general con ocho semanas de duración a intensidad del 60%.
2. Incremento progresivo de la carga aeróbica de 70 a 85% de la intensidad, incorporando ejercicios de fuerza con peso extra durante ocho semanas.
3. Mantenimiento del estímulo durante 35 semanas

Las sesiones fueron de 60 minutos de duración y cada sesión se dividió en cuatro etapas:

1) Calentamiento con cinco minutos de caminata más estiramientos estáticos.
2) Ejercicio aeróbico
3) Fortalecimiento en circuitos
4) Enfriamiento

Todas las sesiones se efectuaron en las instalaciones de la Ciudad Universitaria de la UNAM, supervisadas por un preparador físico y pasantes del servicio social de la licenciatura de Enfermería.

Se aplicaron estadísticas de tendencia central, de comparación de grupos y variables con T de Student para muestras pareadas y ANOVA entre los grupos, utilizando el programa SPSS V16.

RESULTADOS

De las 99 mujeres que iniciaron el programa sólo 47 lo terminaron; es decir, hubo una deserción de 47.47%, 30 menopáusicas y 17 premenopáusicas tuvieron una asistencia por arriba de 70% a las sesiones.

En el Cuadro 1 se muestran: media, desviación estándar y límites de las características físicas de las 47 mujeres medidas al inicio del estudio.

Al terminar el periodo de 10 meses se registraron las características físicas y fisiológicas. Los cambios en estas se muestran en el Cuadro 2.

En cuanto a la densidad mineral ósea en lumbares y la cadera hubo un incremento no significativo en los dos grupos. En lumbar en premenopáusicas de 1.11 a 1.12 y menopáusicas de 1.02 a 1.19 mg/cm^2 y en la cadera sólo en menopáusicas de 0.954 a 0.988 mg por cm^2 como se muestra en la Figura 2. Los valores entre los grupos no tuvieron diferencias significativas.

El control con ultrasonido (SOS) en el radio y la tibia tuvo un incremento significativo ($p<0.02$) en la velocidad de conducción de las ondas, como se muestra en la Figura 3 en las dos regiones y ambos grupos.

DISCUSIÓN

Diversos estudios han reportado que la actividad física puede mejorar la calidad ósea; sin embargo, no mencionan la carga de trabajo que debe aplicarse.[3,10,12,13,14,18,20,23-26] Bravo y sus colaboradores observaron, en mujeres menopáusicas, que después de un programa de ejercicio durante

EJERCICIOS APLICADOS EN EL PROGRAMA

Ejercicios respiratorios
- Respiración profunda con el pecho
- Respiración diafragmática profunda

Ejercicios de calentamiento
- Marcar el tiempo del ejercicio
- Apretando las manos en un punta y relajándola mientras se marca el tiempo y los hombros están flexionados
- Apretando las manos en un punta y relajando mientras se marca el tiempo y los hombros en abducción.
- Apretando las manos en un punto y relajando mientras se marca el área, el tiempo y los hombros en extensión
- De pie se realiza una doble flexión y extensión con ambas rodillas
- Permanecer con las rodillas hasta que la cadera esté a 90º y marcar el tiempo

Ejercicios de estiramiento
- Estiramiento de cadera y flexores del muslo
- Estiramiento de isquiotibiales
- Estiramiento de lumbares
- Estiramiento de pectorales
- Estiramiento de la columna vertebral

Ejercicios de postura
- Rotación de los hombros hacia arriba y hacia atrás.
- Aducción escapular juntando los codos mientras que las manos están en la cintura
- Aducción escapular, empujando los hombros hacia atrás mientras las manos están sueltas

Ejercicios de fortalecimiento en tapete
- Fortalecimiento abdominal mientras se está acostado sobre la espalda, caderas y rodillas en flexión
- Mientras que la cadera está en flexión de 90º flexionar y extender las rodillas
- Aducción y abducción de la cadera mientras se está en decúbito lateral
- Flexión y extensión de la cadera mientras se está en decúbito lateral
- Extensión de la cadera en posición boca abajo
- Boca abajo hacer extensión de la espalda y hombros apoyándose con los codos extendidos
- Boca abajo hacer extensión de la espalda y hombros apoyándose con los codos flexionados.
- Extensión contralateral del brazo y la pierna en posición boca abajo.
- En posición boca abajo hacer una extensión de la espalda, mientras que las manos se sujetan en las caderas
- En posición boca abajo, con las manos apoyadas en el suelo, a la altura de los hombros, hacer una extensión de la espalda y los brazos (sin levantar la pelvis).
- En posición de cuatro puntas de apoyo hacer ejercicio
- Acostado sobre la espalda hacer una flexión de la cadera y rodillas (puente).

Número de repeticiones
- Primeras cuatro semanas: 10 repeticiones
- Semanas 4 a 9: 15 repeticiones
- Semanas 10 a 22: 20 repeticiones con peso de 1 kg

Ejercicios permaneciendo de pie
- Flexión y extensión del hombro
- Abducción y aducción del hombro
- Flexión y extensión del codo
- Mini *squat* mientras la cadera y la cintura están rectas
- En posición de mini *squat* hacer una abducción de hombro
- En posición de mini *squat* hacer una flexión de hombro

Ejercicios de equilibrio
- Permanecer apoyado en un solo pie soportando el peso
- Elevarse en las puntas de los pies con ambas piernas
- Mini *squat* con una sola pierna, alternando
- Elevarse en las puntas de los pies con una sola pierna y alternar

Ejercicios de enfriamiento
- Ejercicios de flexión hacia arriba, de frente, hacia los lados mientras se está sentado con las piernas cruzadas
- Estiramiento de cadera-flexores del muslo
- Estiramiento de isquiotibiales
- Estiramiento de lumbares
- Ejercicios respiratorios
- Respiración profunda con el pecho
- Respiración diafragmática profunda

Figura 1. Programa de ejercicio (continúa en la siguiente página)

Progresión y desarrollo de los ejercicios

Ejercicio aeróbico

• Primera etapa, semanas 4 a 9
Caminata: duración: 20
Frecuencia: 3 días a la semana
Intensidad: 50-60% de FCMT.

• Segunda etapa, semanas 10 a16
Trote: duración: 30 minutos
Frecuencia: 3 días a la semana
Intensidad: 70-85% de FCMT

• Tercera etapa, semanas 17 a 22
Carrera
Duración: 30 minutos
Frecuencia: 3 días a la semana
Intensidad: 85% de FCMT

Durante 22 semanas los ejercicios de respiración, calentamiento, estiramientos, postura y enfriamiento se aplicaron de la misma manera

Ejercicios incluidos en la octava semana

• Los ejercicios de equilibrio se realizaron con los ojos cerrados
• Flexión de cadera y rodilla permaneciendo de pie
• Abducción de la cadera permaneciendo de pie

Figura 1. Programa de ejercicio (continuación)

Cuadro 1. Características físicas iniciales

	Premenopáusicas *X ± DS* *(rango)*	*Menopáusicas* *X ± DS* *(rango)*	*Total* *X ± DS* *(rango)*
Edad (años)	50 ± 4.3 (45 – 60)	53.9 ± 4.3 (46 – 60)	52.23 ± 4.5 (45 - 60)
Peso (kg)	66.5 ± 10.4 (50.9 – 83.4)	66.6 ± 12.5 (53.3 – 100.5)	66.70 ± 11.5 (50.9 – 100.5)
Estatura (cm)	156.5 ± 4.2 (150.3 – 164.5)	154.7 ± 5.7 (143.5 – 172)	155.36 ± 5.15 (143.5 – 172.0)
Índice de masa corporal	26.05 ± 3 (21 – 31)	26.05 ± 2.9 (21 – 34)	26.11 ± 2.89 (21.0 – 34.0)
% grasa	33.0 ± 6.4 (17.3 – 43.2)	34.6 ± 3.7 (27.1 – 42.1)	34.04 ± 4.8 (17.3 – 43.2)

Cuadro 2. Cambios en las características físicas y fisiológicas

	Premenopáusicas		*Menopáusicas*	
	Al inicio *X ± DS*	*Al final* *X ± DS*	*Al inicio* *X ± DS*	*Al final* *X ± DS*
Peso (kg)	65.5 ± 9.9	63.9 ± 9.7*	66.65 ± 12.5	64.9 ± 12.1*
% de grasa	33.0 ± 6.4	31.8 ± 9.5	34.6 ± 3.6	35.5 ± 3.9
IMC	26.0 ± 3	25.4 ± 2.9	26.0 ± 2.9	26.3 ± 3.5
VO_2 (mL·kg-1)	26.2 ± 5.3	34.8 ± 6.2*	25 .4 ± 4.1	33.0 ± 5.8*
FC en reposo (lat·min-1)	76.2 ± 9.3	68.3 ± 7.3*	76.2 ± 9.1	71.5 ± 8 *
TA max diastólica (mmHg)	70 ± 8	72.9 ± 7	76.8 ± 10	73.1 ± 7
Glucosa (mg·mL-1)	97.1 ± 13.5	83.1± 24*	90.1 ± 13.2	81.8 ± 20.1*
Colesterol (mg·mL-1)	209.9 ± 43.5	184.7 ± 59.4*	220.8 ± 31.3	199.7 ± 52.4

*Diferencia significativa $p<0.05$

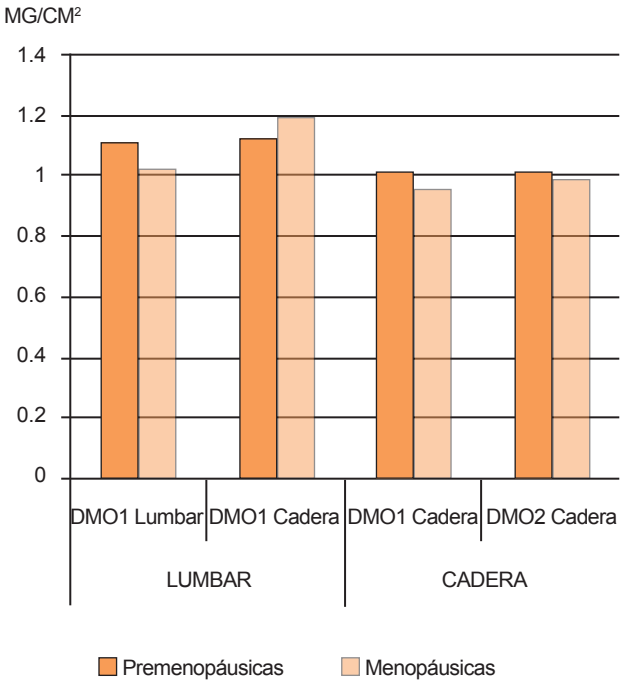

Figura 2. Cambios en la densidad mineral ósea en el área lumbar y la cadera al inicio (DMO1) y al final del programa (DMO2) en ambos grupos. Sin diferencias significativas.

12 meses, la densidad mineral ósea medida en la columna permaneció, mientras que el grupo control que no realizó ejercicio tuvo disminución en este parámetro.[24]

El programa de entrenamiento de este estudio duró diez meses; incluyó: acondicionamiento aeróbico, fuerza con carga extra y coordinación motora. El entrenamiento provocó cambios fisiológicos significativos en las mujeres pre y menopáusicas, como se pudo observar en el incremento de la VO^2max , así como en la disminución de la frecuencia cardiaca de reposo, en la glucosa y colesterol sanguíneos. Esto indica que durante diez meses el programa fue adecuado y suficiente, con una buena dosificación para mejorar las condiciones físicas.

Aunque la densidad mineral ósea no incrementó significativamente la velocidad de conducción del sonido medida con SOS en la tibia y el radio sí aumentó significativamente la conducción ($p<0.02$). En las mujeres menopáusicas la densidad mineral ósea permaneció en los mismos parámetros, valores que contrastan con lo reportado en la bibliografía que refiere que en mujeres menopáusicas la pérdida paulatina es de 1% anual.[27]

Coincidimos con algunos autores que mencionan la aplicación de pesos extras para el desarrollo de la fuerza para mejorar la calidad ósea, además del programa de resistencia, como originalmente se planteó.[2,13,14,16,19] Sin embargo, a diferencia de lo reportado, en nuestro estudio se tomaron en cuenta todos los componentes del entrenamiento: duración, volumen, frecuencia, intensidad y progresión, entre otros, siguiendo los principios de la metodología del entrenamiento deportivo.

En este caso no hubo intervención en cuanto a medicamentos, hormonales, suplementos o dieta.

Este estudio demostró que la actividad física programada, dosificada e indicada adecuadamente con ejercicio aeróbico, de fuerza con pesos extras y coordinación motora repercute en la calidad del hueso.

Cuando con el ultrasonido[5,28,29] se mide la velocidad de atenuación de las ondas conforme pasan por el hueso, se detectan los cambios en las trabéculas; esto puede ser un buen medio para definir cambios en la arquitectura ósea de manera progresiva, si se utiliza como un medio de control en el seguimiento, como en este estudio. Además de ser un método no invasor, económico y sin riesgo de radiaciones, características que lo hacen factible para mediciones repetitivas y tener un control de los cambios, hasta el momento no se ha realizado un estudio similar.

Consideramos que hace falta realizar estudios con mayor tiempo de seguimiento y población para definir los cambios o permanencia de la densidad mineral ósea. Este estudio puede ser de gran utilidad para sentar las bases en programas preventivos de osteoporosis en México.

Agradecimientos

Dr. Michell Ruiz, por su asesoría. A los pasantes de servicio social de la Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia de la UNAM, Ma. del Rocío Cuéllar Urrutia, Vanessa Alvarado Arenas, Alberto Vera González, Luz Nayeli Huerta Barrera y Miguel Ángel García Alonso por su apoyo para la aplicación del programa de ejercicio. Así como al personal de Deporte Formativo de la DGADyR, UNAM.

REFERENCIAS

1. Todd JA, Robinson RJ. Osteoporosis and exercise. Postgrad Med J 2003;320-323.

2. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. JAMA 2001;285(6):785-795.
3. Clark P, Peláez I, Hernández A, González MJ. Eficacia de la actividad física en la salud. Síntesis de las mejores evidencias en promoción, prevención y tratamiento 1996-2002. Medicina del Ejercicio 2004;5-36.
4. Tuna H, Birtane M, Galip E, et al. Does quantitative tibial ultrasound predict low bone mineral density defined by dual energy X-ray absorptiometry? Yonsei Med J 2008;49(3):436-442.http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16448872
5. Hans D, Krieg MA. Quantitative ultrasound for the detection and management of osteoporosis. Salud Publica Mex 2009;51 (Suppl 1):S25-S37.
6. Delaney MF. Strategies for the prevention and treatment of osteoporosis during early postmenopause. Am J Obstet Gynecol 2006;194(2 Suppl):S12-23.
7. Drinkwater BL. Exercise in the prevention of osteoporosis. Osteoporos Int 1993;3(Suppl 1): 169-171.
8. ACSM Position stand on osteoporosis and exercise. Med Sci Sports Exerc 1995;27(4):I-VII.
9. Tuna H, Birtane M, Galip E, et al. Does quantitative tibial ultrasound predict low bone mineral density defined by dual energy X-ray absorptiometry? Yonsei Med J 2008;49(3):436-442.http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16448872
10. Serrano-Miranda A, Ramírez-Pérez E, Diez-García P. Evaluación de la calidad de vida en personas con osteoporosis tratadas en el Centro Nacional de Rehabilitación-Ortopedia (CNR-O). Rev Mex Med Fisica y Rehab 2001;13(1):14-20.
11. Asikainen TM, Kukkonen-Harjula K, Miilunpalo S. Exercise for health postmenopausal women: a systematic review of randomized controlled trials. Sports Med 2004;34(11):753-778.
12. Borer KT. Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. Sports Med 2005;35(9):779-830.
13. Barlet JP, Coxam V, Davicco MJ. Physical exercise and skeleton. Arch Physiol Biochem 1995;103(6):681-698.
14. Ernest E. Exercise for Female Osteoporosis. A systematic review of randomised clinical trials. Sports Med 1998;25(6):359-368.
15. Forwood MR, Larsen JA. Exercise recomdations for osteoporosis. A position statement of the Australian and New Zealand Bone and Mineral Society.
16. Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi-Rasi K, et al. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: randomized, controlled trail. Osteoporosis Int 2007;18:453-462.
17. Karlsson M. Does Excercise reduce the burden of fractures? Acta Orthop Scan 2002;73(6): 691-705.
18. Koike T. Evaluation of exercise as a preventive theraphy for osteoporosis. Clin Calcium 2005; 15(4):673-677.
19. Kemmler W, Engelke K, Lauber D, Weineck J, et al. Exercise effects on fitness and bone mineral density in early postmenopausal women: 1- year EFOPS results. Med Sci Sports Exerc 2002;34(12):2115-2123.
20. Kemmler W, Lauber D, Weineck J, Hensen J, et al. Benefits of 2 years of intense exercise on bone density, physical fitness, and blood lipids in early postmenopausal osteopenic women: results of the Eriangen Fitness Osteoporosis Prevention Study. Arch Intern Med 2004;164(10):1084-1091.
21. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of Body Composition. The Physician Sportsmed 1985;13(5):76-80.
22. Reid IR. Therapy of osteoporosis: calcium, vitamin D, and exercise. Am J Med Sci 1996; 312(6):278-286.
23. Kemmler W, Stengel VS, Weineck J, Lauber D, et al. Exercise effects on menopausal Risk Factors of early postmenopausal women: 3yr Erlangen Fitness Osteoporosis prevention study results. Med Sci Sports Exerc 2005;37(2):194-203.
24. Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, et al. Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. Journal of the American Geriatrics Society 1996;44(7):756-762.
25. Odsikainen TM, Kukkonen-Harjula K, Miilunpalo S. Exercise for health for early posmenopausal women: a systematic review of randomized controlled trials. Sport Med 2004; 34(11):753-778.
26. Wang C, Yang Z, Chen Y. Effects of different exercises on the bone metabolism level of middle-aged and old women. Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi 2009;26(6):1306-1310.
27. Shea B, Bonaiuti D, Ivione R, et al. Cochrane Review on exercise for prevention and treating osteoporosis in postmenopausal women. Eur Med Phys 2004;40:199-209.
28. Kitagawa J, Nakahara Y. Associations of daily walking steps with calcaneal ultrasound parameters and a bone resorption marker in elderly Japanese women. J Physiol Anthropol 2008;27(6):295-300.
29. Dionyssiotis Y, Paspatil TG, Galanos A, Lyritis GP. Association of physical exercise and calcium intake with bone mass measured by quantitative ultrasound. BMC Womens Health 2010;10:12.