

# Efectos del ejercicio sobre la densidad mineral ósea en pacientes con osteopenia

M.C. Sandra Luz **Nandez-Germán**,\* Cap. 1/o. M.C. María Osiris **Catrejón-González**,\*\*

Tte. Cor. M.C. María Mercedes **Cruz Ramírez**\*\*\*

Hospital Central Militar. Área de Medicina Física y Rehabilitación. Ciudad de México.

## RESUMEN

**Introducción.** La osteoporosis es una enfermedad que afecta el tejido óseo y que ocasiona un incremento en la fragilidad de los huesos y aumento de la susceptibilidad para que se produzcan fracturas, particularmente en los adultos mayores.

**Material y métodos.** Se capturaron 104 pacientes para la toma de la D.M.O. de calcáneo, por ultrasonido, 50 pacientes cumplían con criterios de inclusión, 54 se eliminaron por criterios de exclusión, (cuatro presentaban osteoporosis, ocho patología agregada y 42 densitometrías normales).

**Resultados.** Se formaron dos grupos el grupo A con 26 pacientes osteopénicas, tratadas con ejercicio físico por un año y el grupo B con 24 pacientes osteopénicas sin ejercicios físicos (se excluyeron nueve por no terminar el tratamiento). Se encontró que las pacientes que asistieron a los ejercicios grupo A llegaron a rangos normales y las del grupo B que no acudieron a ejercicios no mejoraron; estas pacientes tenían un tiempo de menopausia mayor de 10 años y mayor edad en comparación al grupo B.

**Conclusiones.** La osteopenia es un problema frecuente en nuestro medio, afecta principalmente a las mujeres posmenopáusicas. El ejercicio físico es la mejor alternativa para todas las mujeres pre y posmenopáusicas, además de mejorar la DMO, fortalece los músculos y mejora el estado de ánimo en general.

**Palabras clave:** Densidad mineral ósea, masa ósea, osteopenia, calcáneo.

## *Effect of exercise on the bone mineral density in patients with osteopenia*

### SUMMARY

**Introduction.** Osteoporosis is a disease that affects the bony weave and causes an increase in bones fragility and increase fractures susceptibility, particularly in the elderly.

**Material and methods.** 104 patients were captured and testing of calcaneus bone mineral density, by ultrasound, 50 patients fulfilled inclusion criteria, 54 were eliminated by exclusion criteria, (four presented osteoporosis, eight added pathology and 42 normal densitometries).

**Results.** There were formed two groups, group A with 26 osteopenic patients, tried with physical exercise for one year and group B with 24 osteopenic patients without physical exercise (nine were excluded due to not finishing the treatment). It was found that patients that attended exercises group A arrived to normal ranges and group B that did not attend exercises did not improve; these patients had menopause longer than 10 years and greater age in comparison to group A.

**Conclusions.** Osteopenia is a frequent problem in our media, mainly affects posmenopausal women. Physical exercise is the best alternative for all women pre and posmenopausal, besides it improves the BMD, fortifies muscles and improves the mood in general.

**Key words:** Bone mineral density, bone mass, osteopenia, calcaneus.

---

\* Graduado de la Especialidad y Residencia en Medicina Física y Rehabilitación de la Escuela Militar de Graduados de Sanidad. \*\* Adscrita al Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Jefa de la Subsección de Estudios Especiales. \*\*\* Adscrita al Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Jefa de la Subsección de Asistencia Interna.

Correspondencia:

M.C. Sandra Luz Nandez Germán

Avenida Independencia 2507. Col. Francisco I. Madero. C.P. 74290. Atlixco, Pue. Tel. 01244 4453-373/01244 4457-566.

Recibido: Julio 23, 2008.

Aceptado: Octubre 14, 2008.

## Introducción

La osteoporosis es una enfermedad sistémica que afecta el tejido óseo, se caracteriza por disminución de la masa ósea y deterioro de la arquitectura microscópica del tejido óseo, que ocasiona un incremento en la fragilidad ósea y aumento de la susceptibilidad para que se produzcan las fracturas.<sup>1</sup>

La incidencia de fracturas por osteoporosis aumenta en proporción inversa a la disminución de la DMO y aumenta exponencialmente con la edad. Las fracturas por osteoporosis tienen un alto costo económico y gran impacto en la calidad de vida del anciano con aumento en la morbilidad y mortalidad.

El 20% de las personas que sufren una fractura de cadera mueren antes del año, 50% pierden independencia para caminar y 30% se vuelven totalmente dependientes. La mujer tiene mayor riesgo de osteoporosis que el hombre, una de cada tres mujeres, mientras que uno de cada ocho hombres mayores de 50 años de edad presentan fracturas por osteoporosis. La pérdida de masa ósea inicia en la mujer entre los 35 y 40 años de edad, acelerándose después de la menopausia.<sup>2</sup>

La mujer posmenopáusica se encuentra en riesgo mayor debido a la deficiencia de estrógenos que caracterizan esta etapa de la vida, ya que durante el envejecimiento, la formación ósea disminuye.<sup>3</sup>

Actualmente resulta más eficaz prevenir la osteopenia y la osteoporosis que dar tratamiento a las fracturas y sus secuelas, es por eso que se debe realizar la medición de la masa ósea mediante densitometría.<sup>1</sup>

La rehabilitación ocupa un lugar esencial en el tratamiento de la osteoporosis y muy particularmente en su prevención. La rehabilitación contribuye a la prevención de las fracturas secundarias a osteoporosis a través de una acción directa, pues las tensiones mecánicas aplicadas sobre el esqueleto tienen influencia en la remodelación ósea local, por lo que un entrenamiento adecuado aumenta o por lo menos preserva el capital óseo dependiendo de la edad, y por medio de un mecanismo indirecto no óseo, mejorando el equilibrio y coordinación reduciendo la frecuencia y la gravedad de las caídas.<sup>4</sup>

## Fisiopatología

El hueso está en un proceso permanente de recambio óseo. La remodelación es un proceso continuo en el cual se presenta formación de matriz ósea y reabsorción de ésta, en un equilibrio constante; cuando hay ruptura, debido a que la tasa de reabsorción de hueso es superior a la de síntesis, se genera disminución de la MO presentándose la osteoporosis.<sup>3</sup> Los principales factores responsables del remodelado óseo son las células óseas bien diferenciadas: Los osteoclastos, que reabsorben el *quantum* microscópico de tejido óseo y los osteoblastos, que repara el defecto mediado por la resorción.

El ciclo local de remodelado comienza con la activación de las células en la superficie ósea. El estímulo para el remodelado influye para que las células de revestimiento se contraigan y expongan la superficie ósea, que entonces atrae a los osteoclastos. Después de completada la resorción los osteoblastos que se originan en las células mesenquimatosas medulares invaden el área y comienzan a sintetizar nueva matriz ósea, algunos osteoblastos se incorporan en el hueso recién formado y se convierten en osteocitos.<sup>5,6</sup> Todo el ciclo de remodelado, desde la activación hasta la reparación completa dura alrededor de tres meses. Existen dos millones de unidades de remodelado activas en todo el esqueleto humano en cualquier momento dado.<sup>7</sup> El adulto tiene de 1 a 2 kg de calcio, del cual 98% se encuentra en el esqueleto. El calcio de la fase mineral situada en la superficie de los cristales está en equilibrio con el del LEC, pero sólo una minúscula fracción de la reserva total (0.5%) es calcio intercambiable.

En el suero el calcio se encuentra en tres formas: 50% ionizado, 40% fijo a proteínas y 10% formando complejo con citrato y fosfato.

El primero es la forma activa y su mantenimiento en rangos muy estrictos es fundamental para una gran variedad de funciones: Actividad neuromuscular, contracción del músculo liso, contracción miocárdica, estímulo secreción de hormonas, regulación de la actividad de enzimas intracelulares, modulación de la permeabilidad y función de membranas, mantenimiento de iones para la MO.<sup>7</sup>

### La absorción intestinal de calcio

La ingesta de calcio en la dieta es la única fuente de reposición, ocurre principalmente en la primera porción del duodeno. Normalmente se absorbe de 20 a 30% del calcio ingerido y en ocasiones sólo 10%.<sup>7</sup>

Al nivel del duodeno la absorción se da por medio de dos mecanismos: Difusión pasiva y transporte activo, que ocurren paralelamente. La difusión ocurre cuando la concentración de Ca<sup>2+</sup> en el lumen intestinal es alta, favoreciendo el movimiento del calcio desde el lumen hacia la sangre, aparentemente por una vía paracelular. El transporte activo del Ca<sup>2+</sup> ocurre por una vía transcelular, que está regulada por la primera.<sup>9</sup>

### Factores que aumentan la absorción de calcio

La absorción es más eficiente cuando existe un incremento en la necesidad de calcio, como ocurre durante la etapa de crecimiento, embarazo, lactancia y estados patológicos de deficiencia de calcio.

La vitamina D estimula la absorción intestinal, existen dos vías: La formación extrínseca que involucra la conversión del 7-dehidro-colesterol por la radiación ultravioleta (entre 290 a 315 nm) en la piel a colecalciferol (vitD3) y el consumo de la vitD3 en la dieta.<sup>10</sup> Los requerimientos de vitamina D son de 400 a 800 UI/día.<sup>8</sup> La lactosa mejora la biodisponibilidad del calcio. Alimentos que contienen lactosa.

Las cantidades moderadas de grasa en la dieta incrementan el tiempo de tránsito intestinal, permitiendo la oportunidad para que la absorción de minerales sea mayor.

Algunos aminoácidos propician condiciones de pH bajo, lo que favorece la absorción de calcio. También se ha demostrado que dietas altas en proteínas aumentan la absorción de calcio.

Los citratos pueden disminuir el pH del intestino y formar citrato de calcio, que es relativamente soluble. El ácido cítrico se encuentra en la naturaleza dentro de un gran número de frutas.

### **Factores que modifican la absorción de calcio**

Se pueden clasificar dentro de cuatro categorías: Los que involucra el estado fisiológico, factores de la dieta, uso de medicamentos y procesamiento de alimentos.

El mecanismo de absorción dependiente de vitD se hace menos eficiente conforme avanza la edad y menos adaptable a los cambios de ingesta de calcio en la dieta. El estrés físico y mental tiende a disminuir la absorción e incrementar la excreción de calcio. También hay enfermedades en las que la absorción de calcio se ve comprometida.<sup>11</sup>

### **Fibra dietética**

Se considera fibra dietética a la mezcla heterogénea y compleja de compuestos de origen vegetal que no son hidrolizables por las enzimas del intestino humano y por lo tanto no constituyen una fuente de energía.

Estos componentes no digeribles forman parte de la pared celular de los vegetales (como celulosa, hemicelulosa y pectina), así como sustancias que forman el cemento intracelular y otras sustancias secretadas por el vegetal en respuesta al daño.

El alto consumo de fibras, filatos y posiblemente de otros constituyentes de una dieta basada en vegetales, puede ser la razón de que la dieta mexicana siendo alta en calcio, tenga una baja biodisponibilidad.<sup>12</sup>

**Oxalatos.** El ácido oxálico es un ácido orgánico presente en algunos vegetales de hoja frondosa, el cual se encuentra en espinacas, acelgas y remolacha, forma sales insolubles de oxalato de calcio en el tracto intestinal.

**Fósforo.** Una alta ingestión de fósforo en la dieta causará que éste se combine con el calcio y forme compuestos insolubles. Por lo que se recomienda consumirlos en una proporción calcio-fósforo entre 1:1 y 2:1.

**Medicamentos.** Cierta tipo de medicamentos disminuye la biodisponibilidad de calcio, ya sea reduciendo su absorción o aumentando su excreción. Ejemplo: La fenitoína, el fenobarbital, los corticoesteroides, que inhiben la absorción intestinal de calcio al mismo tiempo que aumenta su excreción renal; esta disminución en el nivel de calcio sérico produce aumento de la secreción de la paratohormona, lo cual a su vez estimula la actividad de los osteoclastos e inhiben la actividad de los osteoblastos, que interviene en la formación del hueso, se ha demostrado una pérdida ósea con los regímenes de dosis bajas de 8 a 10 mg de esteroides al día.<sup>12</sup> La tiroxina, los geles, el metotrexate.

### **Efecto del procesamiento de los alimentos**

Son varios los procesos que pueden modificar la biodisponibilidad del calcio en los alimentos, como tratamiento térmico, se ha observado que al aplicar calor por ebullición por una hora, el calcio asociado a la fibra de trigo disminuye, las fermentaciones mejoran la biodisponibilidad de calcio en los vegetales, al descomponer las macromoléculas como celulosa y hemicelulosa, dejando más expuestos los micronutrientes.

Por el contrario, si se adicionan vitaminas y minerales se puede mejorar la biodisponibilidad de calcio en alimentos en los que normalmente es baja.<sup>13</sup> La constitución del capital óseo se realiza casi completamente antes de los 20 años y se caracteriza por un notable aumento durante la pubertad. Los factores genéticos parecen determinar entre 60% y 80% de la varianza de la MO. Los demás factores que tienen influencia son, particularmente, la alimentación y la actividad física.

La MO continúa aumentando ligeramente después de los 20 años hasta un valor máximo denominado (PMO) (*peak, bone mass*).

El perfil de la pérdida ósea varía según el sexo. En el hombre, la pérdida ósea cortical y trabecular es regular y lenta, mientras que en la mujer la carencia estrogénica de la menopausia induce una aceleración de la pérdida ósea durante al menos cinco años, que afecta sobre todo al hueso trabecular. A los 80 años, la mujer ha perdido alrededor de 40% del capital óseo trabecular inicial.

El PMO se ve influenciado por la ingesta de calcio durante la niñez y la infancia. Al nacimiento, el esqueleto tiene 25 g de calcio y en la edad adulta se acerca a 1.000 g. Esta diferencia proviene de la dieta.

Para alcanzar un adecuado PMO se requiere una buena ingesta de calcio, especialmente durante el crecimiento, la menopausia, la posmenopausia y en general en situaciones donde exista predisposición de pérdida de MO.

El nivel de este umbral depende de la capacidad de absorber calcio eficientemente y disminuir las pérdidas urinarias; esto varía según la edad, el grupo étnico y los factores genéticos. Los valores de la RDA para el calcio se señalan en el cuadro 3.<sup>9</sup>

### **Clasificación**

Clínicamente se distinguen dos tipos de osteoporosis: La primaria, llamada tipo I o postmenopáusica, debida a la carencia estrogénica y aparece dentro de los 10 años que siguen a la menopausia. Afecta preferentemente al hueso trabecular. En la osteoporosis secundaria tipo II o senil existe pérdida de hueso trabecular y cortical predominando este último, se postula que hay una disminución en la producción de la 1,25 dihidroxivitamina D renal y mala absorción del calcio, afecta a hombres y mujeres mayores de 70 años.<sup>14</sup> El 45% de la MO que pierda una mujer en su vida, más de la mitad lo hará en la primera década después de la menopausia.<sup>15</sup>

## Factores determinantes de la masa ósea

Existen diversos factores de riesgo para el desarrollo de osteoporosis: Algunos de ellos pueden ser modificables, no modificables, de factores asociados y enfermedades asociadas.<sup>16</sup>

### No modificables

Genéticos, raza blanca, sexo femenino, bajo peso, escasa masa muscular, historia de osteoporosis, menarquía tardía.

### Modificables

Nutricionales, alcohol, raza blanca, ingesta reducida de calcio, intolerancia de lácteos, dietas vegetarianas, déficit de vitamina D.

**Ambientales.** Hábito sedentario, exceso de ejercicio que provoque amenorrea, inmovilización, nuliparidad, tabaco, baja exposición solar.

**Factores asociados.** Terapias asociadas con: esteroides, hormona tiroidea, heparina, anticomiciales (fenitoína), diuréticos que produzcan calciuria, litio, aluminio, ciclosporina, antiácidos magnesianos, metotrexate, nutrición parenteral, quimioterapia, tetraciclinas, agonistas o antagonistas de la hormona liberadora de gonadotropinas, tamoxifeno en la premenopausia.

**Enfermedades asociadas.** Déficit de estrógenos en la mujer, menopausia precoz (antes de 40 años), menopausia temprana (entre 40 y 45 años), ooforectomía antes de la menopausia (entre 45 y 55 años), mujeres jóvenes con amenorrea u oligorrea por deficiencia hormonal estrogénica, anorexia nerviosa, ejercicio excesivo. Hiperprolactinemia, síndromes de malabsorción, hepatopatía crónica o cirrosis biliar primaria, hipotiroidismo, hipertiroidismo, enfermedad de Cushing, Addison, insuficiencia suprarrenal, talasemia, diabetes, acromegalia, artritis reumatoide, espondilitis enquistante, osteogénesis imperfecta, esclerosis múltiple, porfiria, insuficiencia renal, linfoma, leucemia, mieloma múltiple, mastocitosis, enfermedades nutricionales, endometriosis, hemocromatosis, hemofilias, amiloidosis.<sup>1</sup>

## Incidencia y prevalencia

Esta enfermedad tiene gran impacto, ya que afecta a aproximadamente 24 millones de norteamericanos, de los cuales 33% son mujeres posmenopáusicas.<sup>3</sup>

En la década de 1950 el promedio de vida de la población en general era de 50 a 60 años y actualmente es de 74 a 76 años, aunque en los países desarrollados es aún más alto; al aumentar el número de ancianos, aumenta la incidencia de fracturas por osteoporosis.<sup>17</sup>

Existen diferencias en DMO étnico-raciales y de género. Las mujeres tienen una DMO en la cadera 8-12% menor que los hombres de la misma raza o grupo étnico. Las personas de raza negra, del mismo género, tienen una DMO 8-14% mayor que las de raza blanca. Los blancos tienen una DMO mayor que los japoneses, sin embargo, estos tie-

nen una incidencia de fracturas de cadera menor que los blancos.

Las diferencias en género y étnico-raciales en DMO parecen disminuir cuando se hacen ajustes por peso y talla. Los japoneses tienen un eje femoral más corto y probablemente por ello tienen menor incidencia de fracturas de cadera aun cuando tengan una menor DMO.

La geometría femoral varía de acuerdo con la raza. En la población mexicano-americana indica que la incidencia de fracturas es menor en relación a los norteamericanos, y que la prevalencia de osteoporosis de la cadera también es menor (10%) en las mujeres mexicano-americanas mayores de 50 años, que las mujeres blancas caucásicas de la misma edad.<sup>2</sup> El boletín que publica el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica señala que en nuestro país no se conoce con precisión la incidencia ni la prevalencia de la osteoporosis.<sup>18</sup>

## Métodos diagnósticos

Las mediciones de la DMO se utilizan para establecer o confirmar un diagnóstico de osteoporosis, predecir el riesgo de fractura y monitorizar los cambios de DMO por procedimientos médicos o de terapia.

La medición de la DMO en cualquier sitio del esqueleto, tiene el valor de pronosticar el riesgo de fractura. Y los valores absolutos pueden variar con respecto al densitómetro utilizado:

1. El T-score representa el número de DE de diferencia de MO de un paciente por arriba o por abajo del PMO de adultos normales del mismo sexo.
2. La Z-score representa el número de DE de diferencia de MO de un paciente por arriba o por abajo del promedio del PMO de personas de la misma edad y sexo.<sup>19</sup>

La diferencia entre la puntuación del paciente y la normal, se expresa como una desviación estándar (DE) por arriba o por abajo del promedio. Normalmente 1 DE es igual a 10-20% de diferencia en la DMO.

Las puntuaciones T van disminuyendo de forma paralela con la sostenida caída de la MA que ocurre con el envejecimiento, también son diagnósticos para tomar las decisiones clínicas pertinentes.

El primer punto en un estudio de densitometría es el reporte computarizado que la máquina genera. Este reporte tiene una imagen de la región estudiada, el resultado de la densitometría expresado en g/cm<sup>2</sup> y una gráfica en donde se inserta el valor de la DMO de la paciente, de acuerdo a su edad. Para ayudar a la interpretación, el reporte también tiene valor "Z" y el valor "T". Estos dos valores se expresan en DE, esto es, qué tanto se alejan de la media.

El valor "T", es el que se utiliza para clasificar a las pacientes en normales, osteopénicas u osteoporóticas, de acuerdo a los criterios desarrollados por un grupo de expertos convocados por la OMS.<sup>20</sup>

1. **Normal:** Valor T mayor de (-1). Cifras de DMO por encima del valor del adulto joven o menores sin superar una DE.
2. **Osteopenia:** Valor T entre (-1) y (-2.5). Cifras de DMO entre 1 y 2.5 DE por debajo del PMO del adulto joven.
3. **Osteoporosis:** Valor T por debajo de (-2.5). Cifras de DMO por debajo de 2.5 DE con respecto al PMO del adulto joven.
4. **Osteoporosis severa:** Valor T por debajo de (-2.5) y presencia de una o más fracturas relacionadas con fragilidad ósea.<sup>1</sup>

En un estudio detallado de la imagen es indispensable asegurarse de que no hay artefactos que tengan influencia en el resultado de la densitometría, y que el posicionamiento fue adecuado. También es importante comparar las imágenes de estudios de seguimiento con la imagen del primer estudio (basal).<sup>18</sup>

El riesgo de fracturas no depende únicamente de la MO. Influye en gran medida la constitución del individuo, especialmente en lo referente a la arquitectura ósea, el volumen del tejido graso y muscular, así como la tendencia a las caídas y la respuesta refleja a éstas.<sup>1</sup>

Los factores de riesgo para sufrir una caída pueden ser intrínsecos o extrínsecos. Los intrínsecos son los que dependen del paciente (como alguna diabetes, hipertensión, oftalmopatías), así como restricciones en movimiento y dependencia para el desarrollo de actividades cotidianas. Los extrínsecos son los que se encuentran en el entorno del paciente, como barreras arquitectónicas (escaleras, puertas con insuficiente espacio, objetos fuera de sitio).<sup>21</sup>

Las personas en cifras de osteopenia tienen el doble de riesgo de fractura que las de MO normal, y que cada DE disminuye la MO y supone el doble de riesgo de fractura.

La presencia de una fractura previa en una persona con osteoporosis incrementa 20 veces el riesgo de una nueva fractura.<sup>1</sup>

La absorciometría ósea de doble energía (DEXA) es una técnica que permite detectar pérdidas de MO del orden de 2 al 30%. La absorciometría fotónica simple y doble y la TC, también pueden detectar pequeñas alteraciones (1 a 2%) de la DMO en la cadera y la columna lumbar.<sup>14</sup>

Se han diseñado equipos portátiles de densitometría DXA periférica, los cuales son pequeños, fáciles de transportar y de utilizar, lo que disminuye el costo de los estudios.

En general, se considera la densitometría del esqueleto periférico de valor clínico como la mayoría de los métodos DEXA o SEXA. Una excepción es la densitometría con ultrasonido del calcáneo, la cual tiene una alta sensibilidad para la fractura de cadera; la mayoría de los expertos creen que la densitometría con ultrasonido va a ser bien aceptada en un futuro cercano.<sup>22</sup>

La medición ultrasónica, puede ser utilizada como herramienta de captación para detectar baja masa ósea, y de esta forma localizar personas con riesgo de osteoporosis. Los ultrasonidos dan información no sólo de la MO sino

sobre la arquitectura y la elasticidad ósea constituyendo, por tanto, un factor de riesgo de fractura independiente de la DMO.<sup>23</sup>

Los sitios de medición son: Antebrazo, dedos y talón. Los estudios de DXA periférica correlacionan bien con las mediciones axiales, en particular las mediciones de calcáneo con cuello femoral y radio distal con columna lumbar.

#### Otros métodos de medición de masa ósea:

1. Radioabsorciometría: Para medir MO periférica de falanges de las manos. Absorción simple de rayos (SXA): Utiliza el paso de fotones a través de los tejidos con una fuente de energía de Rayos X.
2. Ultrasonido Cuantitativo (USC): mide la velocidad del sonido (SOS) en el calcáneo, falanges, rótula o tibia, la atenuación ultrasónica de banda ancha (BUA) y el índice SOS/BUA.
3. Tomografía Computarizada Cuantitativa en Columna (TCC) y periférica (TCCp): Realiza mediciones comparándolas contra referencias estándar de absorción de radiación ionizante. Es el único método que refleja las tres mediciones del hueso.<sup>19</sup>

Conforme a la Fundación Nacional de Osteoporosis se sugiere realizar el estudio en las siguientes condiciones:

- Mujeres > 65 años con o sin factores de riesgo.
- Mujeres posmenopáusicas > 65 años que tengan cuando menos un factor de riesgo adicional además de la menopausia.
- Mujeres posmenopáusicas que presentan fracturas.
- Mujeres que estén considerando tratamiento para osteoporosis y en las cuales el resultado de la medición de DMO pueda influir esta decisión.
- Mujeres que han estado recibiendo reemplazo hormonal por un período prolongado de tiempo.

#### Manejo y tratamiento

La prevención de la osteoporosis empieza desde la infancia, aunque los objetivos y los medios son diferentes según la edad. En el niño y en el adolescente, consiste en optimizar el capital óseo en vías de adquisición. En el adulto, se busca preservar este capital. En la persona de edad avanzada, es preciso ante todo prevenir las caídas.<sup>2</sup> El organismo humano está constituido para la actividad, no para el reposo. El movimiento es su propiedad fundamental y se realiza mediante la acción de los músculos sobre los huesos. El SN guía su acción: El respiratorio, cardiocirculatorio y el sanguíneo transportan a los tejidos el oxígeno y las sustancias nutritivas. El impulso nervioso que determina la contracción muscular tiene su origen en una célula nerviosa motora de la médula espinal y se dirige, a través de la fibra nervio-

sa, en forma de una onda de reacción electroquímica que excita a la zona con la cual se pone en contacto. El impulso al llegar a la placa motriz, provoca la liberación de la acetilcolina, la cual permite transmitir el estímulo excitador a la fibra muscular en el sarcolema, llegando a las miofibrillas a través de las bandas Z de la sarcómera. Una vez en el músculo, el estímulo excita iniciando la contracción que se efectúa por una serie de modificaciones químicas, que gracias a la participación de procesos hormonales y enzimáticos, transforman la energía química en mecánica.<sup>24</sup>

Las actividades físicas propuestas deben estar adaptadas a las aptitudes físicas y a los gustos de los pacientes con el fin de obtener un esfuerzo regular y duradero. Es necesario igualmente corregir los trastornos hormonales y nutricionales que reducen la respuesta ósea a las tensiones mecánicas.

Los primeros años tras la menopausia marcarán un riesgo especial, siendo los años venideros los determinantes de la velocidad en la pérdida de la MO (pasarán de una pérdida de 1% anual a 5 o 10% anual en algunos casos).

Los estrógenos juegan un papel importante en la remodelación ósea, la disminución después de la menopausia, aumenta la reabsorción ósea lo que disminuye la DMO y una mayor susceptibilidad de fracturas.<sup>2</sup>

Los estrógenos actúan disminuyendo la formación osteoblástica y frenando la actividad osteoclastica, mejorando la absorción intestinal de calcio y disminuyendo su excreción urinaria.

Por ello su máxima eficacia es en el periodo posmenopáusico, antes que la osteoporosis sea irreversible.

Es importante señalar que los estrógenos no tienen receptores en el hueso, lo que indica una falta de acción de los mismos sobre dicho hueso. Es aconsejable comenzar lo antes posible con la THS, aunque se ha comprobado su efecto beneficioso si se administran hasta cinco años después de la menopausia.<sup>15</sup>

Efectos adversos relacionados con el uso de estrógenos: Hipersensibilidad mamaria, hemorragia vaginal e inflamación abdominal; otras, temen el riesgo potencialmente aumentado de cáncer mamario y uterino.

El estrógeno podría suscribirse de manera continua o cíclica (en días determinados, 1 a 25 del mes y después interrumpir durante una semana).

En quienes aún tiene su útero, también se administra progesterona en dosis de 2.5 a 5 mg/día con tratamiento continuo o 5 a 10 mg/día en días 16 a 25 con el tratamiento cíclico.<sup>23</sup>

Las contraindicaciones absolutas del uso de terapia hormonal son: Existencia o sospecha de carcinoma de endometrio o mama, hiperplasia endometrial y metrorragias sin diagnosticar, aparte de historia de tromboflebitis activa, trombosis venosa profunda y otras alteraciones tromboembólicas de importancia.

Las contraindicaciones relativas son: Existencia de várices, obesidad, fumadora excesiva, cardiopatía isquémica, hiperlipemia familiar, o historia familiar de carcinoma de mama. Es por ello importante realizar revisiones periódicas por el ginecólogo.<sup>15</sup>

## **Bifosfonatos**

Son análogos del pirofosfato que se absorben en la superficie de los cristales de hidroxiapatita en hueso, principalmente en el sitio del remodelado activo e inhiben la resorción ósea.

Los efectos adversos son: Dispepsia, náusea y diarrea, tienden a ocurrir con más frecuencia en mujeres que no utilizan el medicamento de manera adecuada. Esofagitis erosiva es la complicación más grave que se conoce con el tratamiento.

## **Calcitonina**

Es una hormona péptida secretada por la glándula tiroides e inhibidora de la resorción ósea. El tratamiento de calcitonina también se relacionó con un efecto analgésico en las fracturas agudas por compresión; dicho fármaco se administra por rócío nasal o inyección subcutánea.

## **Moduladores selectivos del receptor de estrógeno (MSRE)**

Raloxifeno, este fármaco actúa como un agonista de estrógeno en tejidos óseo y cardiaco, pero como un antagonista de estrógeno en tejido mamario y uterino. En consecuencia el riesgo de cáncer debe disminuir.

Los efectos adversos son: Inestabilidad vasomotora (bochornos) y calambres en las piernas. Aumenta el riesgo de tromboembolia, su uso no se relaciona con un riesgo aumentado de cáncer uterino o mamario, aunque estudios en proceso valoran la eficacia del raloxifeno para la prevención de cáncer mamario.<sup>23</sup>

Es preciso educar a los niños y a los adolescentes para que realicen una actividad deportiva regular. La estimulación debe ser escolar y extraescolar.

El objetivo consiste en mantener el capital óseo y preparar a las mujeres para la menopausia. Incitarlas a tener una actividad física recomendando en primer lugar las actividades con carga individuales (correr, tenis) o colectivas en el gimnasio (como danza, aeróbic). La prevención de la osteoporosis posmenopáusica comprende tres aspectos: (THS), un aporte alimentario rico en calcio y el ejercicio físico.

No resulta fácil convencer a una mujer hasta entonces sedentaria, que debe aumentar su nivel de actividad física. Es preciso insistir acerca de la importancia de un esfuerzo regular que debe convertirse en una costumbre. El entrenamiento debe ser progresivo, adaptado al estado cardiovascular y mantenido sin sobrepasar un determinado umbral (alrededor de 3 o 4 horas a la semana repartidas en varias sesiones semanales).

Las mujeres que presentan fragilidad ósea tienden a reducir espontáneamente su actividad física. Por el contrario, es necesario incitarlas a ser activas.<sup>4</sup>

El papel que el ejercicio juega en la prevención y tratamiento de la osteoporosis tiene una aceptación bastante generalizada, pero para ejercer un efecto positivo en la DO es preciso tener en cuenta: Intensidad del ejercicio; duración, frecuencia y longitud del período de entrenamiento; y localización del ejercicio.<sup>12</sup>

## Intensidad del ejercicio

El hueso está sometido constantemente a un proceso de modelación-remodelación, en el que, aparte de otros factores determinados genéticamente intervienen factores mecánicos locales dependientes de las fuerzas. El proceso de remodelación es el que predomina en los adultos, consiste en una ordenada interacción entre osteoclastos y osteoblastos dentro de la UBM.

La transformación del hueso sigue un ciclo de ARF, consistente en un periodo de activación de las células predecesoras de los osteoclastos (60 horas), seguido de uno de resorción (39 días), un tiempo de formación de 94 días y uno de reposo de 900 días.

**Duración del ejercicio:** La duración mínima (número de series) de estímulos de intensidad suficiente de EFCA necesaria, para mantener la modelación es todavía discutida. Empezar con dos sesiones por semana y después con cuatro sesiones, la frecuencia de dos por semana.

**Longitud del período de tratamiento:** El CMO aumenta más cuanto más largo es el período de tratamiento y disminuye cuando se suspende el tratamiento.

**Localización de la actividad muscular:** El CMO se modifica en las partes del esqueleto que soportan los músculos ejercitados. Si se ejercita la columna lumbar se influencia la DO de ésta, pero no la del antebrazo.<sup>25</sup>

La importancia del ejercicio y de los factores mecánicos sobre el esqueleto se conoce desde hace tiempo.<sup>26</sup> Estimulación mecánica del hueso, incrementa la capa cortical y la formación de hueso trabecular, los beneficios del esfuerzo mecánico prolongado se observan en toda la estructura esquelética, pero predominan en los huesos sometidos a mayor tensión. Es preciso reconocer que el efecto del ejercicio sobre la osteoporosis es más amplio que el preventivo sobre la pérdida de CMO y que la mayor parte de los beneficios del ejercicio pueden ser consecuencia del aumento de fuerza muscular, coordinación y flexibilidad que van asociadas a los programas de rehabilitación, por eso se recomienda, como primer escalón de prevención de la osteoporosis, aumentar la ingesta de calcio y el nivel de ejercicio para disminuir el riesgo de fracturas.<sup>27</sup>

## Objetivos

### Objetivo general

Identificar el efecto del ejercicio físico en mujeres con osteopenia con la Densidad Mineral Ósea en un año de tratamiento.

### Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de los factores condicionantes en mujeres detectadas por una Densidad Mineral Ósea por debajo de lo normal.
- Detectar el efecto de la ausencia de ejercicio sobre la Densidad Mineral Ósea.
- Detectar la incidencia de osteopenia en nuestra población estudiada.

## Material y métodos

### Tipo de estudio

Es clínico, experimental, analítico, longitudinal y prospectivo.

### Universo de trabajo

El estudio se llevó a cabo en el Hospital Central Militar de la Ciudad de México, del 1 de abril de 2002 al 1 de marzo de 2003 se captaron 104 pacientes de la Consulta Externa del Área de Medicina Física y Rehabilitación para la toma de DMO de cacláneo por ultrasonido; de las cuales 58 se encontraban con osteopenia, 42 con DMO normales y cuatro con osteoporosis que fueron eliminadas por los criterios de exclusión.

A todas se les dio una plática y llenaron la Hoja de Aceptación de Estudio Clínico para participar en y realizar el tratamiento completo en el servicio y en su casa, se tendrían dos valoraciones al inicio y al final del tratamiento. Se eliminaron ocho pacientes por presentar patología agregada (criterios de exclusión).

Mediante interrogatorio directo se obtuvo la historia clínica. Se integraron dos grupos: El grupo A con pacientes osteopélicas sometidas al programa de ejercicio; el grupo B pacientes con osteopenia que no recibieron el programa de ejercicio. La selección fue realizada conforme a números aleatorios.

Las sesiones en el Área de Rehabilitación fueron realizadas una vez al mes en forma grupal y bajo supervisión del médico de Rehabilitación y un terapeuta físico. El programa de ejercicios consistió en: Ejercicios de calentamiento, estiramiento, ejercicios isométricos (con ligas), ejercicios de fortalecimiento y coordinación.

## Resultados

Se captaron 104; 50 pacientes cumplieron con los criterios de inclusión, se eliminaron 54 pacientes por cumplir criterios de exclusión: Cuatro de las cuales presentaban osteoporosis, ocho patología agregada y 42 con densitometrías normales.

En el grupo A, que constó de 26 pacientes, se encontró una distribución etaria de: Seis en el grupo de 45 a 50 años, 16 en el grupo de 51 a 60 años y cuatro en el grupo de 61 a 65 años. En el grupo B, que incluyó 15 pacientes, se presentaron dos de 45 a 50 años, siete de 51 a 60 años y seis de 61 a 65 años.

Dentro de los datos obtenidos de la historia clínica se seleccionaron: historia familiar de fracturas, menarca, menopausia, tabaquismo, etilismo, ingesta de café y refrescos de cola, histerectomía.

En el grupo A, siete pacientes refirieron historia familiar de fracturas y en el grupo B, cuatro.

La menarca presente antes de los 12 años ocurrió en tres pacientes del grupo A y una del grupo B, dentro del rango de 12 a 15 años presentaron su menarca 21 pacientes del grupo A y 14 del B. Menarca después de los 15 años ocurrió en dos pacientes del grupo A.

Las edades de presentación de la menopausia fueron como sigue: En el grupo A; menopausia precoz, cinco pacientes; menopausia temprana, seis pacientes; menopausia m 15 pacientes. En el grupo B; con menopausia precoz, cuatro; menopausia temprana, dos pacientes y el resto con mm (nueve pacientes).

Presentaron historia de tabaquismo en el grupo A cuatro pacientes, y en el grupo B cuatro pacientes también.

Ninguna paciente refirió historia de etilismo.

Dentro del grupo A, 17 pacientes refirieron ingesta de café y de refrescos de cola. Dentro del grupo B presentaron ingesta de café nueve pacientes y siete ingesta de bebidas con cola.

La histerectomía ocurrió en nueve pacientes del grupo A y cinco del grupo B.

La prevalencia de osteopenia en la población estudiada fue de 55.77% y la prevalencia de osteoporosis fue de 3.85%.

Los resultados de la densitometría en el grupo A al inicio tuvieron un rango promedio de -1.56 y al final de -1.01, una Ds al inicio de -0.41 y al final de 0.70, dichos valores promedio presentan una diferencia estadísticamente significativa ( $t = 5.170,25$  gl y  $p < 0.05$ ) (Cuadro 1).

Los resultados de la densitometría en el grupo B al inicio tuvieron un rango promedio de -1.46 y al final de -1.66 una DE al inicio de 0.53 y al final de 0.51 dichos valores promedio presentan una diferencia estadísticamente significativa ( $t = 3.632, 14$  gl y  $p < 0.05$ ) (Cuadro 2 y Figura 1).

**Cuadro 1.** Grupo A. Valoración de la densitometría ósea en pacientes con osteopenia al inicio y final del tratamiento con ejercicio.

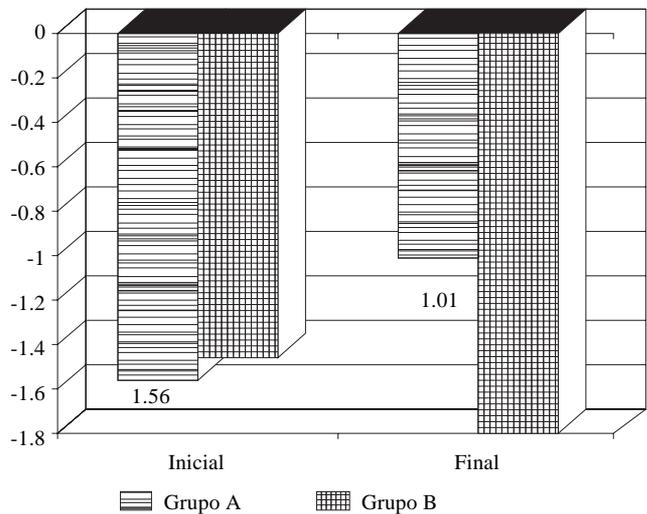
Pacientes	Densitometría ósea		
	Inicial	Final	Fin-Ini
1	-1.54	-0.83	0.71
2	-1.13	-0.11	1.02
3	-1.74	-0.32	1.42
4	-1.29	-0.3	0.99
5	-2.13	-1.87	0.26
6	-1.04	-0.93	0.11
7	-2.4	-1.98	0.42
8	-2.14	-1.8	0.34
9	-1.05	-0.76	0.29
10	-1.98	-1.95	0.03
11	-2.03	-1.67	0.36
12	-1.89	-1.72	0.17
13	-1.41	-0.19	1.22
14	-1.67	-0.96	0.71
15	-1.66	-1.32	0.34
16	-2.17	-2	0.17
17	-1.36	-1.33	0.03
18	-1.13	-0.81	0.32
19	-1.73	-0.69	1.04
20	-1.06	-0.33	0.73
21	-1.53	-1.3	0.23
22	-1.39	0.72	2.11
23	-1.61	-0.58	1.03
24	-1.05	-0.51	0.54
25	-1.16	-1.5	-0.34
26	-1.25	-1.31	-0.06
<b>MEDIA</b>	<b>-1.56</b>	<b>-1.01</b>	<b>0.55</b>
DE	0.41	0.70	0.53

Análisis  $t = 5.170; 25$  gl;  $p < 0.05$

**Cuadro 2.** Grupo A. Valoración de la densitometría ósea en pacientes control.

Pacientes	Densitometría ósea		
	Inicial	Final	Fin-Ini
1	-1.64	-1.73	0.71
2	-2.32	-2.48	1.02
3	-1.60	-1.63	1.42
4	-1.23	-1.38	0.99
5	-1.54	-1.82	0.26
6	-1.02	-1.37	0.11
7	-1.12	-2.0	0.42
8	-1.14	-1.18	0.34
9	-1.56	-1.88	0.29
10	-2.43	-2.49	0.03
11	-0.27	-0.48	0.36
12	-1.81	-1.90	0.17
13	-1.51	-1.68	1.22
14	-1.69	-1.75	0.71
15	-1.03	-1.14	0.34
Media	<b>-1.46</b>	<b>-1.66</b>	<b>-0.2</b>
DE	0.53	0.51	0.53

Análisis  $t = 3.632; 14$  gL;  $p < 0.05$

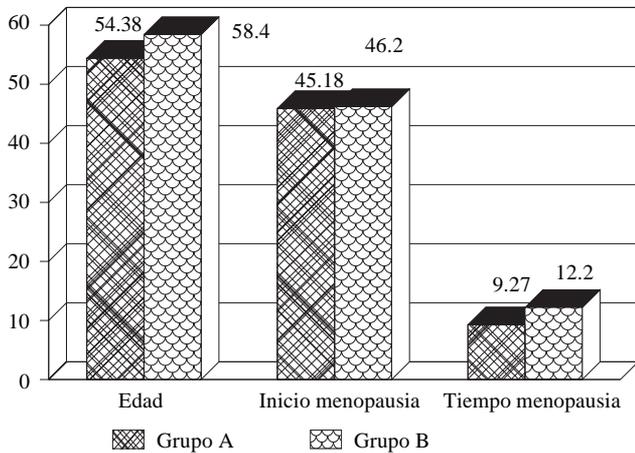


**Figura 1.** Valoración de la densitometría ósea en pacientes con osteopenia al inicio y final del tratamiento, comparado contra el grupo control. Fuente: Área de Rehabilitación del Hospital Central Militar. De abril de 2002 a marzo de 2003.

La distribución estadística en la edad en el grupo A tuvieron un promedio de 54.38 con una DE de 5.23 y en el grupo B un promedio de 58.4 con una DE de 5.29.

La distribución estadística en relación al peso en el grupo A tuvieron un promedio de 66.2, una DE de 9.4 y en el grupo B un promedio de 70.3, con una DE de 11.8. La distribución estadística de edad de inicio de menopausia del grupo A tuvo un promedio de 45.18 con una DE de 5.88 y en el grupo B un promedio de 46.2 con una DE de 6.56 (Figura 2).

La distribución estadística de tiempo de menopausia del grupo A tuvo un promedio de 9.27, una DE de 7.56 y en el grupo B un promedio de 2.2 con una DE de 8.6.



**Figura 2.** Distribución por grupo de edad, inicio de menopausia y tiempo de menopausia en pacientes con osteopenia y grupo control. Fuente: Área de Rehabilitación del Hospital Central Militar. De abril de 2002 a marzo de 2003.

La distribución estadística con respecto al consumo de tabaco presentó un porcentaje de 15.38% en el grupo A, y de 26.6% con respecto al grupo B, el consumo de café presentó un porcentaje de 65.38% en el grupo A y de 60% en el grupo B, con respecto al consumo de refrescos de cola presentó un porcentaje de 65.38% en el grupo A y de 46.6% en el grupo B con respecto a la historia familiar de fracturas se presentó un porcentaje de 27% en el grupo A y de 26.6% en el grupo B (Figura 3).

La distribución estadística de edad de histerectomía en el grupo A tuvo un promedio de 42.88 y una DE de 9.33; en el grupo B un promedio de 42.0 con una DE de 7.45.

En relación a la menarca de las pacientes del grupo A tuvieron un promedio de 13.58 y una DE de 1.47; en el grupo B un promedio de 12.87 con una DE de 0.99.

## Discusión

Definitivamente es más difícil restituir la masa ósea que prevenir su pérdida, en este estudio demostramos que el ejercicio y una buena dieta rica en calcio debe cumplirse para alcanzar una masa ósea adecuada, esta debe iniciar desde la infancia; la educación en el consumo de los alimentos es importante, para que la población seleccione los alimentos con más aporte en calcio.

Un gran porcentaje de nuestra población ignora sobre el consumo de alimentos ricos en calcio, lo que hace que aumente la incidencia de osteopenia y osteoporosis.

La osteoporosis y la osteopenia es un padecimiento común en el cual se incrementa la fragilidad ósea y con ello la frecuencia de fracturas con traumas mínimos, por lo que existe una correlación importante entre el riesgo de caídas y las fracturas que aumentan en forma importante con la edad.<sup>21</sup>

En 1990 había en todo el mundo 323 millones de personas mayores de 65 años, y se calcula que para el año 2050 habrá 1.555 millones de personas de la tercera edad y se

estima 6.26 millones de fracturas de cadera en comparación a 1.7 millones en 1990.<sup>17</sup>

De los dos grupos estudiados, el grupo A llegó a valores normales, y del grupo B no mejoraron. Se reportaron tres pacientes con osteopenia del grupo B, que se fracturaron y no acudieron a la segunda toma de la DMO.

En lo que respecta a la edad de la menopausia fue una variable importante, ya que se demostró que entre más es el tiempo de menopausia (más de 10 años) es menor la probabilidad de alcanzar los rangos de normalidad.

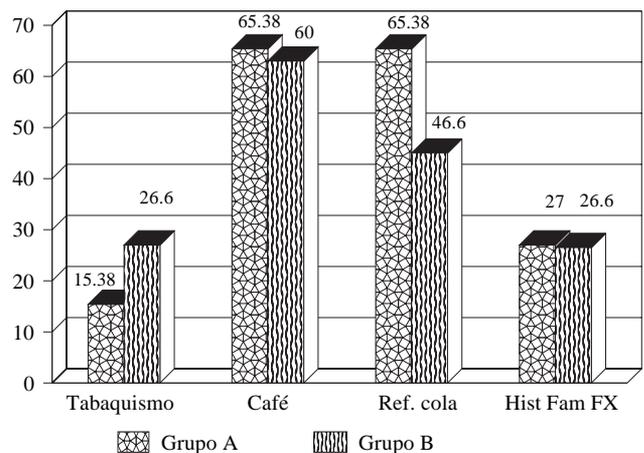
En nuestro país se ha incrementado la esperanza de vida, pero aún continúa siendo difícil que nuestros pacientes tomen a largo plazo medicamentos que sobrepasan sus ingresos salariales, por los resultados encontrados en este estudio se puede afirmar que existe la suficiente evidencia de que sí existe diferencia estadísticamente significativa, en los niveles de densidad mineral ósea al inicio y al final del tratamiento con ejercicios físicos, con 95% de confianza.

Los ejercicios instituidos en las pacientes del grupo A no sólo ayudaron a mejorar la densidad mineral ósea sino que también mejoran sus actividades de la vida diaria, arcos de movilidad, equilibrio y coordinación.

## Conclusiones

En este estudio nos dimos cuenta que la osteopenia es un problema frecuente en nuestro medio, pero que afecta de manera principal a las mujeres postmenopáusicas, el personal médico debe conocer los métodos para el diagnóstico temprano y evitar posibles fracturas en un futuro. La densitometría ósea de calcáneo por ultrasonido es un método no costoso, no invasivo y los resultados se obtienen en forma inmediata.

La rehabilitación es esencial en el tratamiento de la osteoporosis, tanto en forma preventiva o curativa. Actualmente se subestima el papel de la rehabilitación frente a los trata-



**Figura 3.** Comparativa de factores de riesgo de osteopenia entre los pacientes del grupo de estudio contra el grupo control. Fuente: Área de Rehabilitación del Hospital Central Militar. De abril de 2002 a marzo de 2003.

mientos farmacológicos, cuya promoción depende de los intereses económicos de la industria farmacéutica. El tratamiento de la osteoporosis requiere una inversión humana mucho más importante que el tratamiento farmacológico, pero puede entrañar a largo plazo una reducción considerable del gasto sanitario público. El tratamiento requiere de la colaboración del médico rehabilitador con el fin de educar, entrenar, controlar, motivar y tranquilizar a las personas expuestas o afectadas por la osteoporosis.<sup>4</sup>

Consideramos que el ejercicio físico es la mejor alternativa para todas las mujeres pre y postmenopáusicas, ya que mejora la DMO, fortalece los músculos, mejora sus actividades de la vida diaria, y mejora su estado de ánimo en general.

## Agradecimiento

A los laboratorios Lilly, por habernos prestado el densitómetro Norland Modelo SOIA002 Serie 1377

## Referencias

1. Graña GJ, Pinto TJA, Rodríguez N. Osteoporosis. Guía de manejo de la osteoporosis. fisterra.com, 2001.
2. Alfonso MU, Margarita DH, Edgar A, Alejandro V. Osteoporosis en la mujer posmenopáusica mexicana. Magnitud del problema. Ginecología y Obstetricia de México 1999; 67(5): 227-33.
3. Ana LG, Faro GL, Sebastián CL. Evaluación del riesgo de osteoporosis en pacientes posmenopáusicas en el Hospital Luis Castelazo Ayala del IMSS, utilizando un cuestionario de factores de riesgo. Ginecología y Obstetricia de México 2000; 68(10): 425-8.
4. Mayoux MAB, Revel M. Kinesiterapia. Osteoporosis y Rehabilitación 1999; 26: 586-A-1-10.
5. Ernesto MB, Eduardo PC. Los mecanismos de absorción de calcio y los modificadores de absorción con base para la elaboración de una dieta de bajo costo para pacientes osteoporóticas. Gaceta Médica de México 1999; 135(3): 291-303.
6. Fauci B, Isselbacher W. Principios de Medicina Interna, 14a. Vol. II. Ed. Edit. McGraw-Hill Interamericana; 1998, p. 2519-33.
7. Camire AL, Clydesdale FM. Effect of pH and Heat treatment on the binding of calcium, magnesium, zinc, and iron to wheat bran and fractions of dietary fiber. J Food Sci 1981; 46: 548-51.
8. Kottke FJ, Krusen JF. Medicina física y rehabilitación, 4a. Ed. Edit. Médica Panamericana; 1997, p. 1221-36.
9. Mahan KL, Arlin M. Minerales y vitaminas en: Krause's nutrición de alimentos y terapia de la dieta. 8a. Ed. Edit. Saunders; 1992, p. 110-14 y 71-108.
10. Wasserman RH, Fulmer CS. Transporte de calcio y proteínas, absorción de calcio y vitamina D. Rev. Fisiología 1983; 45: 375.
11. Marins, Maxwell, Kleemans. Metabolismo de calcio en: desórdenes clínicos de fluidos y metabolismo electrolítico. Edición Internacional McGraw-Hill; 1994, p. 269-4.
12. Peck W, Gennari C, Raisz L, et al. Corticosteroids and bone. Calcio Tissue Int 1984; 36: 4-7.
13. Rosado JL y cols. Biobiodisponibilidad de energía, nitrógeno, grasa, zinc, hierro y calcio de poblaciones rurales y urbanas en la dieta de mexicanos. Br J Nutr 1992; 68: 45-58.
14. Frolich W, Asp NG. Minerals and phytate in the analysis of dietary fiber on cereals III. Cereal Chem 1985; 62(4): 238-42.
15. Alfonso MU, Javier AG, Fernando RL. Relación del índice de masa corporal con la densidad mineral ósea en una población de mujeres mexicanas. Ginecología y Obstetricia México 1998; 66(6): 267-71.
16. Gustavo HU, Federico RH, José FRS. Osteoporosis: importancia del enfoque multidisciplinario. yahoo.com, 2001; 1-10.
17. Beverly MC, Rider TA, Evas MJ, Smith R. Local bone mineral response to brief exercise that stress the skeleton. BMJ 1989; 229: 233-5.
18. Eduardo GC, Galán S, Carpinteiro B. Osteoporosis en atención primaria (III). Sumergen 24 (3): 204-15.
19. Aurelio TS, Esperanza RP, Pilar DG. Evaluación de la calidad de vida en personas con osteoporosis tratadas en el Centro Nacional de Rehabilitación Ortopedia. Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación 2001; 13(3): 14-9.
20. Fidencio CM, Norma OC, Agustín EF. Métodos de medición de Masa Ósea 2000; 12(8): 1303-13.
21. Richard DW. Fundamentos en la medición de la Densidad Mineral Ósea. Hawaii; 1999.
22. Roberto CZ, Pilar DG, Saúl RL y cols. Validación de factores de riesgo para caídas en personas femeninas mayores de 60 años. 2001; 13: 77-9.
23. Macia P, Serralta D, Cervera D, Mayoral A. Medición de masa ósea por ultrasonidos: valor predictivo y diagnóstico en la osteoporosis. Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física 2003; 37(1): 17-21.
24. Nilo JS. Medicina del Deporte. 2a. Ed. Editorial I Prensa Médica Mexicana; 1992, p. 19-33.
25. Maugars Y y cols. Osteoporosis y ejercicio físico regular. Medicine and Science in Sports and Exercise 1999; 31: 25-30.
26. Gruber HE, Farley SM, Baylink DJ. Prediction on future diagnosis and treatment of osteoporosis: results and discussion of a recent opinion poll. Calcif Tissue Int 1995; 57: 83-5.
27. Aguilar JJ, Santos FJ, Usabiaga T, Renau E, Sn Segundo. Ejercicio físico y prevención de la osteoporosis. Revista Española de Rehabilitación y Medicina Física 1999; 33(3): 195-9.

