



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**FISIOTERAPIA**

**INFLUENCIA DEL EJERCICIO FÍSICO EN MUJERES  
POSTMENOPÁUSICAS CON RIESGO DE PADECER  
OSTEOPOROSIS**

**TRABAJO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA**

**AUTORA: LAURA LÓPEZ SÁNCHEZ**

**TUTORA: MARÍA EUGENIA MUÑOZ BERMEJO**

**Salamanca, 14 de Junio de 2018**

**E.U de ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA**

## ÍNDICE:

<b><u>RESUMEN</u></b> .....	1
<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	2
<b><u>ESTRUCTURA ÓSEA</u></b> .....	3
<u>REMODELADO ÓSEO</u> .....	3
<i>Balance del calcio y su importancia en el remodelado óseo</i> ..	4
<b><u>OSTEOPOROSIS</u></b> .....	5
<b><u>EVALUACIÓN DE LA OSTEOPOROSIS</u></b> .....	5
<u>ETIOLOGÍA</u> .....	7
<b><u>TRATAMIENTO</u></b> .....	7
<u>TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO</u> .....	8
<u>ACTIVIDAD FÍSICA</u> .....	9
<b><u>OBJETIVO</u></b> .....	11
<b><u>ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA</u></b> .....	11
<b><u>SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</u></b> .....	11
<b><u>TIPOS DE EJERCICIOS</u></b> .....	12
<u>EJERCICIOS DE RESISTENCIA Y ALTA INTENSIDAD</u> .....	12
<u>EJERCICIOS DE BAJA INTENSIDAD</u> .....	13
<u>ALTA INTESIDAD VERSUS BAJA INTENSIDAD</u> .....	14
<u>ACTIVIDAD FÍSICA ALTERNATIVA</u> .....	15
<b><u>DISCUSIÓN</u></b> .....	17
<b><u>CONCLUSIÓN</u></b> .....	17
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	18

## **RESUMEN**

El hueso es un tejido vivo, vascularizado e innervado, que se encuentra en constante proceso de remodelación; existen dos tipos de hueso: el hueso cortical, que constituye el 80% de la superficie ósea total, y el trabecular, que forma el 20% restante.

La osteoporosis es una enfermedad caracterizada por una pérdida de masa ósea que afecta tanto al hueso cortical como al trabecular y está asociada a factores de riesgo como la edad, el sexo, el peso corporal o la genética entre otros. La fragilidad ósea que produce, y por consiguiente la tasa de fracturas que lleva asociada, sitúan a la osteoporosis como una enfermedad con gran repercusión a nivel mundial y de gran relevancia entre la población femenina.

El tratamiento de esta enfermedad puede ser tanto de carácter farmacológico, basado en terapias que previenen la reabsorción ósea y agentes anabólicos que ayuden a su formación, como no farmacológico, basado en la práctica de actividad física, o combinado. Independientemente del tratamiento que reciba el paciente; el consumo de calcio y vitamina D en la dieta, así como llevar un estilo de vida saludable, es fundamental para prevenir la osteoporosis.

La práctica de ejercicio físico controlado y adaptado al individuo, especialmente el entrenamiento de alta intensidad o alto impacto y resistencia tiene un efecto osteogénico sobre el hueso y estimula el remodelado óseo mediante la actuación de fuerzas mecánicas; por ello, este tipo de actividad de alto impacto es la más recomendada y aparentemente la más beneficiosa como tratamiento no farmacológico para la osteoporosis.

# **INTRODUCCIÓN**

## **ESTRUCTURA ÓSEA**

El hueso es un tejido rígido, extremadamente activo y dinámico que forma la mayor parte del esqueleto. Posee una matriz intracelular calcificada y diversos tipos de células; tiene además diferentes funciones entre las que se encuentran: función de soporte del cuerpo, actúa como protector de órganos vitales, es un depósito de calcio y fósforo y es un sistema de reserva de células sanguíneas <sup>[1]</sup>.

Existen tres tipos de células que se encargan de la homeostasis del hueso: los osteoblastos, osteoclastos y osteocitos <sup>[2]</sup>.

En el esquema mostrado a continuación, se resumen las principales características de estos tres tipos de células:

<b><u>OSTEOBLASTOS</u></b>	<b><u>OSTEOCLASTOS</u></b>	<b><u>OSTEOCITOS</u></b>
	Células grandes	Células óseas maduras
Responsables de la osteogénesis	Influidos por la hormona paratiroidea (eliminación de calcio)	Mantienen la estructura
	Ayudan en la regulación de calcio y fósforo	Ayudan en la reparación

El hueso presenta vascularización e inervación. Existen además dos tipos de tejido óseo: el hueso compacto o cortical y el hueso esponjoso o trabecular. El hueso compacto representa el 80% de la masa esquelética y constituye la capa superficial de todos los huesos, es denso; el porcentaje restante lo forma el hueso esponjoso, que está formado por espículas de hueso que originan cavidades donde se encuentran las células hematopoyéticas.

La madurez esquelética tiende a producirse entre los 20-25 años de edad; hasta entonces, el crecimiento y desarrollo óseo siguen un proceso tanto ordenado como predecible <sup>[1]</sup>.

## **REMODELADO ÓSEO**

El remodelado óseo, o proceso mediante el cual las áreas microscópicas del hueso se reabsorben para ser sustituidas por la formación y depósito del hueso nuevo, es imprescindible para que pueda cumplir con su función de soporte <sup>[2]</sup>.

En el remodelado óseo se distinguen 4 fases; una primera fase que se corresponde con la fase de activación, en la cual se recluta a los osteocitos a la superficie del hueso; a continuación, tiene lugar la reabsorción, en la cual los osteoclastos acidifican el espacio entre la célula y la superficie del hueso de tal manera que se disuelve el mineral que contiene el hueso; en la fase de retorno, los osteoclastos sufren apoptosis y los osteoblastos reclutados a la superficie ósea; finalmente, en la fase de formación, los osteoblastos depositan colágeno produciéndose así la mineralización del nuevo hueso [3].

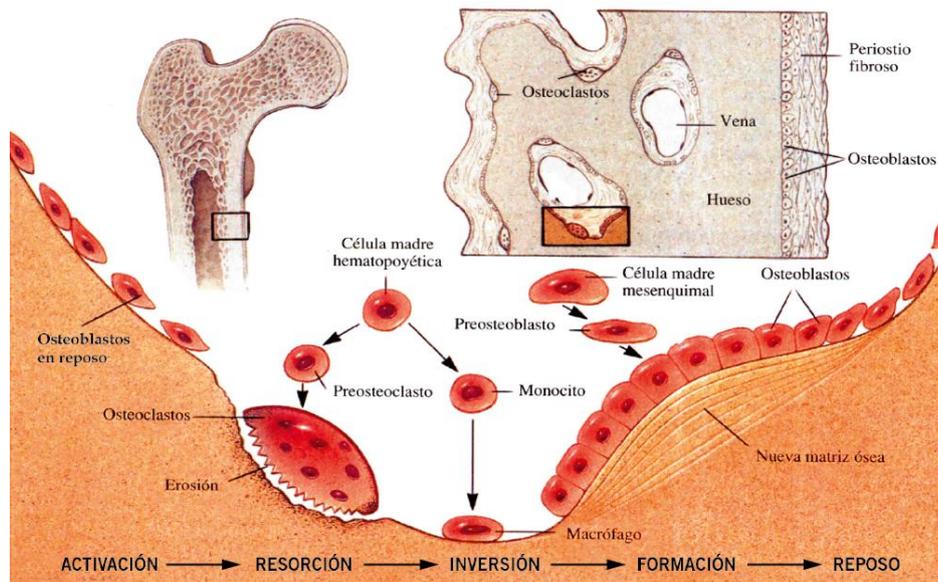


Figura-1. Fases del remodelado óseo [4].

El proceso está regulado por mecanismos hormonales que desempeñan un papel muy importante en el metabolismo del calcio y están estrechamente relacionados con los patrones de actividad física.

Generalmente se establece un estado de equilibrio entre el depósito y la reabsorción (de calcio), por lo que su metabolismo y la masa ósea se mantienen estables. Si se altera esta relación a favor de la reabsorción, se producen pérdidas en la masa ósea. Se ha indicado que la tasa de refuerzo óseo en un área de concentración de estrés compresivo es muy superior a la tasa de reabsorción ósea en una zona de tensión, lo que muestra la gran importancia de la tensión compresiva sobre todos aquellos mecanismos implicados en la adaptación ósea [2].

Ambos tipos de fuerzas, tanto la compresión como la tensión, tienen influencia sobre la DMO, y la frecuencia con la que todas estas fuerzas actúan sobre el hueso también puede interferir en el remodelado óseo [2].

Entre el 90-95% de la densidad mineral ósea (DMO) máxima se alcanza durante la infancia y la adolescencia, y el 5% restante se produce una vez finalizado este crecimiento. Alcanzar una DMO máxima prematuramente en la edad adulta, supone un riesgo de fracturas patológicas y osteoporosis más adelante en la vida <sup>[2]</sup>.

### ***Balance del calcio y su importancia en el remodelado óseo***

La mayor parte del calcio del organismo se encuentra localizado en el hueso. Puesto que es crítico para las funciones fisiológicas, las concentraciones plasmáticas de calcio están sujetas a un control estricto; el calcio orgánico total debe ser igual al calcio que ingresa menos el calcio que se pierde <sup>[5]</sup>.

Este elemento se ingiere por la dieta y es absorbido en el intestino delgado; su absorción está regulada por tres hormonas principalmente, la hormona paratiroidea (PTH), el calcitriol (vitamina D) y la calcitonina, aunque también es de especial interés la prolactina. El egreso, por otro lado, se lleva a cabo en el riñón y una pequeña cantidad es excretada por las heces <sup>[5]</sup>.

La PTH metaboliza al calcio presente en el hueso y aumenta tanto su reabsorción renal como su absorción intestinal; el estímulo para su liberación es una disminución de la concentración de este en el plasma. El aumento de calcio, a su vez, actúa como retroalimentación negativa interrumpiendo la secreción de la PTH. Por otra parte, el calcitriol es la principal hormona encargada de aumentar la captación de calcio en el intestino delgado y facilita además la reabsorción renal. Su producción está regulada por el riñón a través de la acción de la PTH <sup>[5]</sup>.

La prolactina estimula la síntesis de calcitriol, lo que asegura la máxima absorción de la dieta cuando las demandas son elevadas. Sin embargo, la acción de la calcitonina desempeña un papel minoritario en el balance diario del calcio en adultos humanos, y su función es la opuesta a la de la PTH puesto que se libera cuando las concentraciones de calcio en plasma aumentan, evita la reabsorción ósea y aumenta la excreción renal <sup>[5]</sup>.

## **OSTEOPOROSIS**

Se define como una afección esquelética de tipo sistémico caracterizada por una disminución de la masa ósea y por el deterioro del tejido óseo microestructural, que tiene como resultado una densidad ósea baja y una fragilidad ósea elevada <sup>[6]</sup>.

Es un problema de carácter global, aproximadamente el 30% de todas las mujeres postmenopáusicas en Europa y Estados Unidos tienen osteoporosis [7]. Es una patología asintomática hasta que tiene lugar la fractura y las zonas que más se ven afectadas son: la cadera (14%), la columna lumbar (27%) y la muñeca-fractura de Colles- (19%) [7].

Existen ciertos factores de riesgo tanto alterables como inalterables que predisponen a este tipo de fracturas, entre los que se encuentran:

<u>Factores de riesgo inalterables</u>	<u>Factores de riesgo alterables</u>
Sexo	Bajo peso
Edad	Tabaquismo/alcohol
Raza	Hormonas sexuales
Antecedentes familiares	Medicación
Constitución	Calcio y vit. D bajos

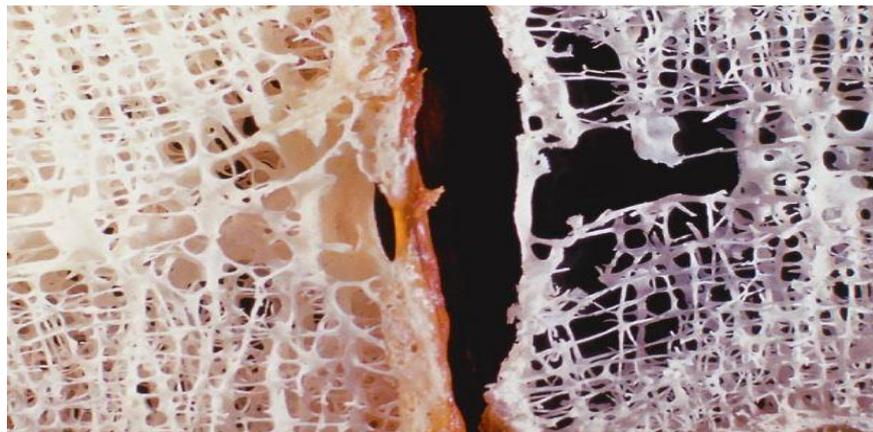


Figura-2. Imagen que muestra un hueso normal y un hueso con osteoporosis [5].

### EVALUACIÓN DE LA OSTEOPOROSIS

El pico máximo de masa ósea se alcanza a edades diferentes en función del hueso del que se trate; en la columna vertebral, por ejemplo, es a los 20 años, mientras que en la cadera y muñeca sucede entorno a los 40 años de edad [5]. Cuando comienza la menopausia, aumenta la velocidad en la pérdida de masa ósea, que comienza el año antes y finaliza 3 años después. La media de pérdida de DMO durante la menopausia es del 10% durante los cuatro primeros años [5].

Tras observar los marcadores de reabsorción ósea, el 25% de las mujeres postmenopáusicas son propensas a la disminución de la masa ósea de forma rápida;

puesto que la media de edad de la menopausia es de 51 años, esto explicaría que entre el 15 y 20% de las mujeres con edades entorno a los 60 años sufran fracturas vertebrales [5].

Durante la primera fase de la menopausia el balance de calcio en la mujer es negativo; se estima que la media de pérdida al día de calcio durante los 3-4 primeros años de la menopausia sea de 200 mg, cantidad que va decreciendo hasta los 45mg en los 5-10 años siguientes [5].

La prevalencia de las fracturas osteoporóticas oscila entre el 4% en mujeres con edades comprendidas entre los 50-59 años, hasta el 52% en mujeres con edades superiores a 80% [3]. Existe una secuencia temporal en las fracturas osteoporóticas, en la cual se comienza con las fracturas a nivel de la muñeca, se continua con las fracturas vertebrales y finalmente tienen lugar las de cadera [3].

La osteoporosis viene clínicamente definida por una densidad ósea de más de 2,5 desviaciones estándar por debajo del valor que se considera normal en adultos jóvenes según la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Dato aplicado a mujeres postmenopáusicas).

La osteoporosis posmenopáusica está caracterizada, por lo tanto, por una elevada tasa de reabsorción ósea [6].

En la siguiente figura se muestra la tasa de fracturas presente en mujeres según se avanza en la edad:

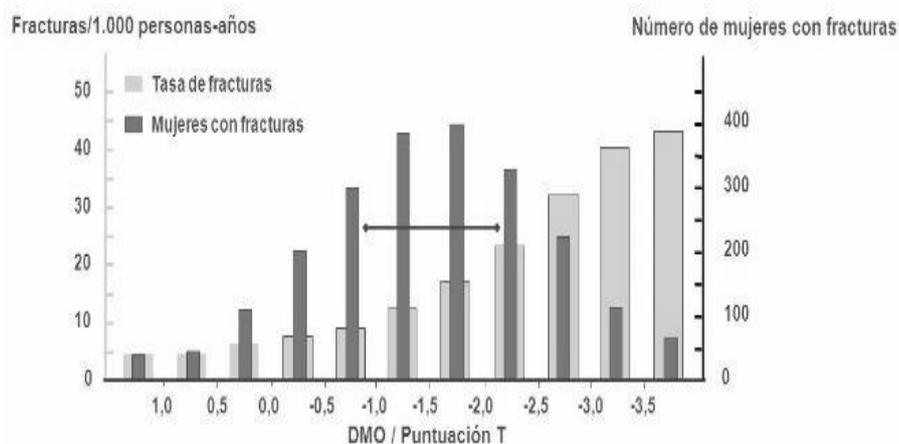


Gráfico-1. DMO, tasa de fracturas osteoporóticas y número de mujeres con fracturas [8].

Existe una gran variedad de pruebas analíticas y físicas que evalúan tanto el riesgo como la presencia de osteoporosis; entre las que se encuentran:

- Indicadores bioquímicos del recambio óseo en sangre y orina.

- Determinación de 25-hidroxivitamina D.
- Evaluación de la función tiroidea, paratiroidea y hormonas sexuales.

Otra forma más directa de determinar la presencia de osteoporosis sería observando las tasas de fracturas. Actualmente la manera más común es la medida de la DMO, la cual se evalúa mediante pruebas de imagen <sup>[2]</sup>.

### ETIOLOGÍA

Como ya se ha indicado anteriormente, los principales factores que influyen en el riesgo de padecer osteoporosis son el sexo, el peso corporal, la edad y las hormonas sexuales.

El sexo femenino-especialmente en periodo postmenopáusico- tiene una mayor probabilidad de sufrir osteoporosis que el masculino. Esto se debe a que la masa y densidad ósea total de la mujer es significativamente más pequeña que la del hombre; además, la mujer en periodo posmenopáusico tiene los niveles de estrógenos disminuidos.

En varios estudios se ha demostrado que, tanto en hombres como en mujeres, un bajo peso corporal es un factor de riesgo importante. De nuevo, especialmente en mujeres postmenopáusicas, la masa magra y la masa grasa están íntimamente relacionadas con la masa ósea; valores elevados tanto de una como de otra, protegen ante el riesgo de osteoporosis y frente a la reducción de DMO <sup>[2]</sup>.

Por otro lado, también hay fármacos que se sabe que aumentan el riesgo de sufrir osteoporosis, como es el caso de las tiazidas, utilizadas para prevenir la eliminación de calcio a nivel renal <sup>[6]</sup>.

### TRATAMIENTO

El tratamiento de la osteoporosis puede adoptar la forma de estrategias no farmacológicas, ser un tratamiento farmacológico o combinado. El consumo adecuado de calcio y vitamina D, independientemente del tratamiento que se reciba, es imprescindible para mantener la fuerza ósea <sup>[2]</sup>.

Numerosos estudios han pretendido determinar si el tratamiento combinado es más efectivo que por separado; esta idea surge de la creencia de que el tratamiento óptimo para la osteoporosis debe conseguir tanto un descenso de la reabsorción de los osteoclastos como un aumento de la formación de osteoblastos y osteocitos <sup>[9]</sup>.

Así, en un metaanálisis realizado con 7 estudios diferentes en los que se comparaba terapia hormonal o anti-reabsortiva (n=215) con este mismo tratamiento añadiendo ejercicio físico (n=205) se observó un aumento de la DMO en la columna lumbar con la terapia combinada. Por el contrario, los resultados no fueron significativos ni para la cadera ni para la muñeca <sup>[10]</sup>.

## TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

El tratamiento farmacológico está indicado en:

- Todas las mujeres postmenopáusicas que hayan tenido fractura osteoporótica tanto vertebral como de cadera.
- Todas las mujeres postmenopáusicas que tengan unos valores de DMO dentro de los valores osteoporóticos en cadera o columna lumbar (desviación estándar igual o menor a 2,5).
- Todas las mujeres postmenopáusicas con una desviación estándar que oscile entre -1.0 y -2,5 y al menos 10 años cumpliendo factores de riesgo osteoporóticos.

Se basa principalmente en terapias anti-reabsortivas que prevengan la reabsorción ósea y agentes anabólicos que ayuden a su formación. Dentro de las terapias anti-reabsorción se encuentra la terapia hormonal, los bifosfonatos, los SERMs (moduladores selectivos de los receptores estrogénicos) y el denosumab <sup>[3]</sup>.

Es preciso destacar que los tratamientos farmacológicos están en continuo avance y desarrollo. Existen nuevas terapias que actúan sobre las rutas de diferenciación de los osteoblastos y osteoclastos y sobre la supervivencia de los mismos, de tal manera que mediante la utilización de agentes anabólicos se promueve la osteoblastogénesis a través de vías de señalización “Wnt”. (vías de transducción de proteínas, que transfieren señales del exterior de la célula al interior) <sup>[6]</sup>.

La terapia hormonal con estrógenos está considerada como la primera línea de opción para la prevención de fracturas osteoporóticas y la pérdida ósea en mujeres que se encuentren en los primeros cinco años de la postmenopausia. La respuesta al tratamiento va a ser mayor durante este período porque el detenimiento de la reabsorción da lugar a un rápido llenado del espacio de reabsorción o remodelado óseo y cuanto mayor sea la reabsorción ósea, mayor será el aumento de la DMO.

La forma más efectiva de tratar la pérdida ósea en mujeres postmenopáusicas es utilizando una alta dosis de terapia hormonal durante 6 meses que rápidamente reduzca la reabsorción y después, reducir la dosis para los años siguientes [3].

Los estrógenos se recomienda no utilizarlos solos ya que pueden incrementar el riesgo de padecer cáncer. Se trata de un tratamiento de anti-reabsorción, al igual que los bifosfonatos, que aumentan la DMO y actúan ralentizando la pérdida ósea, sobre todo en cadera y columna, en mujeres postmenopáusicas [2].

También se han realizado varios estudios combinando estrógenos con otros agentes. La combinación estrógenos y bifosfonatos, ha demostrado ser más efectiva en el aumento de la DMO que de forma aislada [3].

Otros fármacos utilizados son los bifosfonatos (alendronato, risedronato y ácido zoledrónico) previenen la pérdida ósea y preservan la arquitectura del hueso añadiéndose fuertemente a la superficie del hueso e inhibiendo a la enzima farnesil pirofostato kinasa, necesaria para la formación del citoesqueleto de los osteoclastos. Los bifosfonatos no están indicados como tratamiento de primera opción y son más seguros si se toman de forma discontinua.

El único SERM de segunda generación válido para el tratamiento de la osteoporosis es la raloxifena, que mantiene la DMO y los niveles de LDL bajos. La terapia con moduladores es una buena alternativa para aquellas mujeres que no toleren la terapia con bifosfonatos. Como SERM de tercera generación destacamos la teriparatida [3].

### ACTIVIDAD FÍSICA

El hueso es un tejido que, al igual que el músculo, se adapta a las tensiones que se ejerzan sobre él. La ausencia de actividad física contribuye a la aparición de osteoporosis, especialmente una vez adquirida la DMO máxima, en la adolescencia y edad adulta.

La actividad física es por lo tanto un componente esencial si se quiere llevar un estilo de vida saludable. La práctica de ejercicio físico es beneficioso tanto para la ganancia como para el mantenimiento de la salud.

La respuesta del hueso ante la práctica de actividad física depende mayoritariamente de la edad en la que se comience a realizarla, así como de otros factores como el sexo, duración y tipo de ejercicio que se realice. Así, por ejemplo, en las mujeres, el pico máximo de masa ósea se alcanza entorno a los 18 años, y se mantiene durante la tercera

década <sup>[11, 12]</sup>. La actividad física es el factor que más influye en el mantenimiento y crecimiento óseo en esta etapa <sup>[13]</sup>.

La epífisis de crecimiento de los niños es especialmente sensible a estímulos externos como el ejercicio físico, y el entrenamiento de alto impacto, que genera grandes cantidades de estrés mecánico al hueso, parece ser el más beneficioso <sup>[14]</sup>. En un estudio realizado con adolescentes de ambos sexos y edades comprendidas entre los 8 y 17 años de edad, monitorizados durante 6 meses con un plan de entrenamiento que incluía diferentes tipos de saltos (ejercicio de alto impacto) se observó un aumento de masa ósea tanto en la cadera como en la columna lumbar, de 1-6% y de 0.3-2%, respectivamente <sup>[15]</sup>. Así se ha demostrado que el ejercicio y la actividad física durante el crecimiento conduce a un aumento del tamaño, densidad y fuerza ósea <sup>[9]</sup>.

A continuación, se describen qué o cuáles son las características que debe poseer el ejercicio para que sea eficaz.

Numerosos estudios han demostrado que la manera más eficaz de mejorar la DMO es con una actividad física con una carga intensa; sin embargo, es importante indicar que una realización no controlada de actividad física de intensidad elevada puede dar lugar a una degradación ósea y producir así un aumento en la susceptibilidad de sufrir una fractura <sup>[2]</sup>. Por otra parte, se ha observado que la duración de la actividad física está íntimamente relacionada con la DMO en las zonas de carga. En un estudio realizado con 171 estudiantes masculinos, se demostró que el ejercicio realizado más de 3 veces/semana, mejora significativamente la DMO. Los responsables de la investigación describieron que para conseguir un aumento de la DMO máxima, el ejercicio debe ser de máxima intensidad, de media hora de duración y más de 3 veces por semana. Sin embargo, también indicaron que es posible que se llegue a un punto en el que la intensidad y duración no aporten beneficios adicionales <sup>[16]</sup>.

En otro estudio realizado con jugadores de fútbol americano (de 17-35 años) se determinó que la potencia ósea se alcanza con 6 horas de ejercicio/semana y más allá de estas horas no hay efectos sobre la DMO <sup>[17]</sup>.

La respuesta a los distintos tipos de ejercicio depende de las condiciones y aptitud física de cada individuo.

Antes de instaurar cualquier programa de ejercicio los individuos deben ser examinados y evaluados. La prescripción del ejercicio físico tiene como objetivo principal la mejora de la DMO y la posterior reducción de pérdida ósea y el consecuente riesgo de fracturas.

## **OBJETIVO**

Determinar, mediante una revisión bibliográfica sistemática de la materia, qué tipo de actividad física es eficaz como medio preventivo o paliativo en la osteoporosis y sobre la DMO en mujeres postmenopáusicas.

## **ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA**

La estrategia de búsqueda realizada ha sido en la base de datos PUBMED, filtrando artículos desde el 01/06/1994 hasta el 01/05/2018.

En cuanto a la búsqueda en la base de datos, como palabras clave se utilizó “osteoporosis”, “prevention” y “exercise”, filtrando aquellos cuyo texto completo estuviera disponible y fueran ensayos clínicos, se obtuvo un resultado de 31 artículos relacionados.

Como criterios de inclusión se eligieron aquellos que fueran exclusivamente sobre mujeres postmenopáusicas, mayores de 50 años, con o sin disminución de la DMO, lo que redujo los resultados a 8 artículos.

Como criterios de exclusión, se eliminaron todos aquellos artículos en los que se empleaba tratamiento farmacológico.

## **SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

La carga a la que se somete al hueso a través de la realización de actividad física genera una serie de fuerzas intrínsecas y extrínsecas que provocan pequeñas deformaciones en el tejido óseo dando lugar a estiramientos mecánicos <sup>[9]</sup>.

Los cambios en el tejido óseo tienen como consecuencia un aumento del transporte de fluidos dentro del hueso, lo que supone una activación celular que va a conducir a un ajuste en la masa ósea para satisfacer las demandas de carga impuestas al hueso <sup>[17]</sup>.

El mecanismo exacto de osteogénesis promovido por la actividad física no está definido de forma clara, pero algunas investigaciones como la realizada por Turner & Pavalko, muestran la existencia de efectos tanto anabólicos como homeostáticos sobre el hueso, a través de la mecanotransducción <sup>[18]</sup>. Esto significa que el movimiento de fluidos de la matriz extracelular actúa sobre los osteocitos y las células de revestimiento óseo; como consecuencia se libera ácido nítrico y prostaglandinas, lo que va a conducir a la diferenciación y división de células osteoprogenitoras. Finalmente, los pre-osteoblastos madurarán hasta convertirse en osteoblastos y unirse a la superficie de la matriz para comenzar con una nueva producción ósea <sup>[18]</sup>.

En la siguiente figura se ha representado gráficamente este proceso:

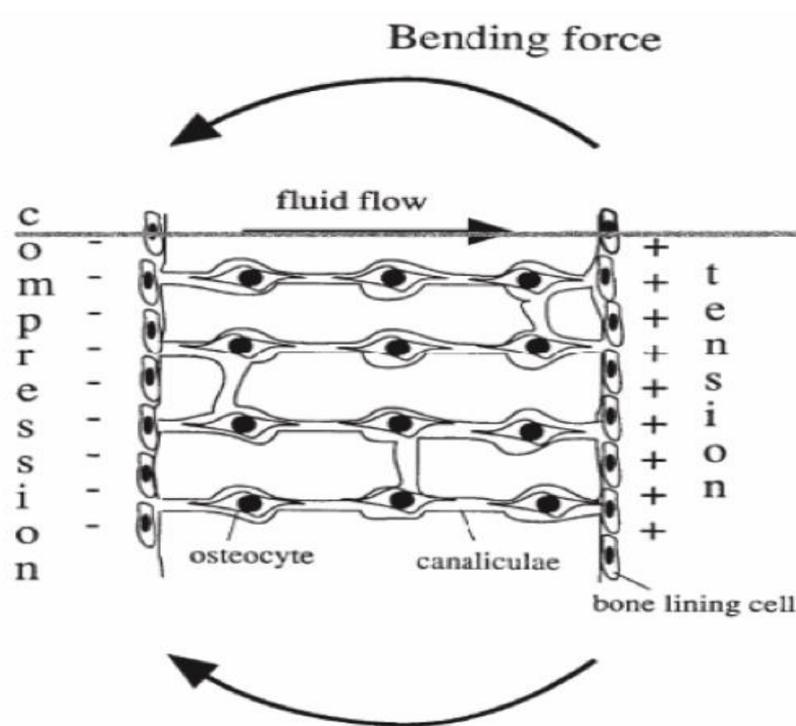


Figura-3. Respuesta del hueso a la mecanotransducción <sup>[18]</sup>.

A continuación describiré y analizaré los tipos de ejercicios utilizados y su posible eficacia.

## **TIPOS DE EJERCICIOS**

### **EJERCICIOS DE RESISTENCIA Y ALTA INTENSIDAD**

Este tipo de entrenamiento incluye la utilización de gomas elásticas o levantamiento de pesas y trabajo con el propio peso corporal que tiene como resultado la hipertrofia muscular <sup>[18]</sup>.

En un estudio realizado con un total de 40 mujeres postmenopáusicas y edades comprendidas entre 60-70 años, monitorizado durante 12 meses, 3 veces/semana realizando un entrenamiento de fuerza y resistencia de alta intensidad, se obtuvo como resultado final un incremento significativo en la DMO de la cadera y en la columna lumbar <sup>[19]</sup>.

En otro estudio similar en el cual se llevaron a cabo 16 semanas de monitorización sobre mujeres postmenopáusicas con debilidad muscular, se obtuvo un aumento del

6% de la DMO en la cadera tras realizar un programa de ejercicios de alta intensidad basados fundamentalmente en trabajo de CORE, abdominales y sentadillas [20].

De la misma manera, en otro estudio realizado con 80 mujeres postmenopáusicas y edades comprendidas entre los 50 y los 66 años; las mujeres fueron divididas en dos grupos, un grupo intervención que realizó ejercicio de alta intensidad bajo supervisión 3 veces/semana durante 12 meses (n=40) y otro, grupo control, (n=40) al cual se le pidió continuar con su actividad diaria normal; al finalizar el periodo de estudio, se observó un aumento de la DMO en la cadera del grupo intervención del 0.6%, siendo por tanto significativo, y una disminución en el grupo control del 1.2%; además otros cambios tales como el equilibrio o la fuerza muscular se vieron significativamente aumentados en el grupo intervención [21].

En otro estudio en el que se seleccionó a 126 mujeres postmenopáusicas; se realizó una división en tres grupos de las participantes; en el primero de ellos, grupo (S), se realizó un entrenamiento de fuerza y alto impacto, en el segundo, grupo (F) se realizó un entrenamiento que consistía en circuitos aeróbicos en los cuales se trabajaba 40 segundos en cada estación, y finalmente, el tercer y último grupo (C), no realizó ningún entrenamiento. Al finalizar el estudio, el cual tuvo 2 años de duración, se observaron resultados significativos para el grupo (S) con un aumento de la DMO en la cadera durante el primer año de intervención [22].

Del análisis global de los resultados obtenidos en estos estudios se concluye que la actividad física de alta intensidad y resistencia es efectiva para aumentar la DMO y por lo tanto es eficaz como tratamiento no farmacológico.

### EJERCICIOS DE BAJA INTENSIDAD

Dentro de este grupo incluimos aquellos ejercicios que no someten al tejido óseo a un gran estrés mecánico y que, por tanto, no son osteogénicos; se trata de actividades como caminar, natación o hacer yoga.

A pesar de que caminar diariamente está asociado a un estilo de vida saludable, su potencial a la hora de influir sobre la DMO durante el envejecimiento no es significativo, como describiré a continuación. Caminar supone un estímulo mínimo sobre el tejido óseo y sobre la hipertrofia muscular, por lo que para que se produzca algún cambio significativo sobre la DMO serían necesarias varias horas de trayecto caminado al día. Es cierto que, según el estudio realizado sobre un grupo de mujeres postmenopáusicas con riesgo de fractura de cadera, caminar 4 horas al día, está

asociado a una reducción del 41% de la probabilidad de que este tipo de fractura suceda, pero no supone un aumento en la DMO <sup>[18]</sup>.

A pesar de que no aumente la densidad mineral ósea, es posible que caminar ayude a mantener la homeostasis durante el envejecimiento, sobre todo si se realiza a una intensidad moderada <sup>[18]</sup>.

En relación con la natación, a pesar de que aparentemente no tiene efectos negativos sobre la DMO, ha demostrado no ser efectiva para aumentarla <sup>[18]</sup>. En cambio, la práctica del yoga si ha obtenido resultados significativos con la adopción de algunas posturas, en las cuales se ha observado un aumento en DMO lumbar <sup>[23]</sup>.

### ALTA INTENSIDAD VERSUS BAJA INTENSIDAD

La actividad física de alta intensidad y resistencia (entrenamiento de fuerza, ejercicio aeróbico o correr) como ya se ha expuesto anteriormente, tiene un efecto osteogénico y estimula el remodelado óseo mediante la aplicación de fuerzas mecánicas <sup>[9]</sup>; por ello es la más recomendada y aparentemente la más beneficiosa como tratamiento preventivo para la osteoporosis.

Esta afirmación está basada en la recopilación de los resultados obtenidos en diferentes estudios que analizaré a continuación.

Así como en el realizado con 39 mujeres postmenopáusicas, divididas en grupo tratamiento (n=20) y grupo control (n=19) y de 12 meses de duración. El grupo tratamiento realizó 2 veces/semana ejercicios de fuerza y alta intensidad combinado con estiramientos; mientras que al grupo control se le aconsejó seguir con sus actividades diarias normales. Al finalizar el estudio, los resultados mostraron un aumento de la DMO tanto en la cadera como en la columna lumbar en el grupo tratamiento, y un descenso de ambas, en el grupo control. Además, la masa ósea general en el grupo tratamiento se mantuvo, mientras que en el grupo control decreció, así como la masa y la fuerza muscular que también aumentaron en el grupo que había realizado actividad física; por otro lado, el equilibrio dinámico también se vio aumentado en el grupo tratamiento mientras que en el grupo control, disminuyó <sup>[24]</sup>.

De la misma manera, al estudio realizado sobre un grupo de 28 mujeres de edades comprendidas entre los 62-72 años, se le atribuyó un resultado final a favor del programa de ejercicio de alta intensidad con un aumento de la DMO en la columna lumbar y en la cadera, así como un aumento de la estatura y una mejoría notoria de la funcionalidad en las actividades de la vida diaria (AVD). Se realizaron dos grupos de

estudio, A: intervención, y B: control. Se aplicó sobre el grupo A el entrenamiento de alta intensidad y en el B, un entrenamiento de baja intensidad cuyos resultados no fueron significativos; ambos grupos estuvieron monitorizados durante los 8 meses de duración del estudio, 2 veces/semana en un tiempo de 30 minutos <sup>[25]</sup>.

Del análisis de los resultados obtenidos en estos estudios se puede concluir que es más eficaz el ejercicio físico de alta intensidad que el ejercicio de baja intensidad para aumentar la DMO en mujeres postmenopáusicas.

### ACTIVIDAD FÍSICA ALTERNATIVA

Otras formas de entrenamiento alternativas como es la práctica del Tai Chi (TC), también ha resultado ser beneficiosa para el tratamiento de la osteoporosis; así lo demuestra un estudio realizado con 86 mujeres posmenopáusicas y edades comprendidas entre los 50-70 años, las cuales fueron monitorizadas durante 9 meses. Se las dividió en dos grupos, grupo tratamiento, que realizaba TC 1 hora al día, 2 veces/semana, y el grupo control que se limitó a hacer AVD. Al finalizar el estudio, las pacientes del grupo control habían perdido cerca del 1% de la DMO del cuello femoral en comparación con el grupo tratamiento, que lo había aumentado un 0.04%, siendo por tanto significativo.

Además, la calidad de vida de las mujeres que habían realizado TC, mejoró y el ejercicio ayudó como atenuante de la pérdida ósea <sup>[26]</sup>.

Por otro lado, la vibración mecánica del cuerpo es un tipo de ejercicio que tiene la habilidad de prevenir las fracturas y la osteoporosis <sup>[27,28]</sup>; así lo muestra el estudio que voy a describir a continuación, en el cual participaron 28 mujeres postmenopáusicas sin tratamiento a las que se dividió en dos grupos <sup>[29]</sup>. Ambos consistían en un entrenamiento de 3 sesiones/semana durante 8 meses, el grupo 1: intervención, tuvo el tratamiento vibratorio; cada sesión de vibración incluía 6 repeticiones de un minuto de duración, con 60° de flexión de rodilla, y 1 min de descanso entre repeticiones. El grupo 2; control, estuvo caminando 55 minutos 3 veces/semana durante el tiempo del estudio. Al finalizar el estudio, la DMO de la cabeza femoral del grupo 1 aumentó un 4.3% en comparación con el grupo control. La DMO de la columna lumbar no cambió en ninguno de los dos grupos, pero el equilibrio aumentó en el primer grupo un 29% mientras que en el grupo 2 se mantuvo sin cambios <sup>[29]</sup>.

A continuación, se muestra una tabla que resume los resultados obtenidos en los ensayos clínicos citados anteriormente:

AUTOR PRINCIPAL Y AÑO	DURACIÓN	PARTICIPANTES	TIPO DE EJERCICIO	RESULTADO
Nelson M <sup>[29]</sup> , (1994)	12 meses 3V/S	40 M-PM 60-70 años	Alto impacto	Aumento de la DMO cadera y columna lumbar
Kerr D <sup>[23]</sup> , (2001)	24 meses 2 V/S	126 M-PM (No indica la edad)	G.I(S)-Alto impacto G.I(F)-Ej. Aeróbico G.C- Vida normal	Aumento de la DMO de la cadera
Stengel S <sup>[24]</sup> , (2005)	12 meses 2 V/S	39 M-PM (No indica la edad)	G.I-Alto impacto G.C-Vida normal	Aumento de la DMO en la cadera y columna lumbar en el G.I
Gusi N <sup>[29]</sup> , (2006)	8 meses 2 V/S	28 M-PM (No indica la edad)	G.I-Terapia vibratoria G.C-Caminar	Aumento del equilibrio y DMO en la cadera del G.I
Wayne P <sup>[26]</sup> , (2012)	9 meses 2V/S 60 min	86 M-PM 60-70 años	G.I-Tai Chi G.C-Vida normal	Aumento de la DMO de la cadera en el G.I
Multanen J <sup>[21]</sup> , (2014)	12 meses 3 V/S	80 M-PM 50-66 años	G.I-Alto impacto G.C-Vida normal	Aumento del equilibrio, fuerza y DMO en la cadera del G.I
Watson S <sup>[25]</sup> , (2015)	8 meses 2 V/S 30 min	28 M-PM 62-72 años	G.I-Alta intensidad G.C-Baja intensidad	Aumento de la DMO de la cadera y columna lumbar además de la estatura en G.I
Huovinen V <sup>[20]</sup> (2016)	16 semanas 3 V/S	M-PM con debilidad muscular (No indica cuántas)	Alto impacto	Aumento de la DMO de la cadera

M=Mujeres; PM= Postmenopáusicas; V/S= Veces por semana; G.I= Grupo intervención; G.C= Grupo control.

## **DISCUSIÓN**

El objetivo de esta revisión ha sido analizar qué tipo de ejercicio físico es más apropiado para el tratamiento de la osteoporosis en la mujer postmenopáusica. Una vez se establecieron estas bases, se ha buscado en la bibliografía cuál es este tipo de actividad física y puesto que hay evidencia científica acerca de cuáles son los tipos de entrenamientos que pueden ayudar a prevenir o tratar la osteoporosis, se puede afirmar que el ejercicio físico de alta intensidad o alto impacto y el ejercicio de fuerza es de los más indicados para este tipo de población ya que es el que genera más estrés sobre el sistema esquelético a través de la unión musculotendinosa con el hueso<sup>[22]</sup>. Algunos autores han indagado acerca de qué tipo y qué factores propios del entrenamiento – de alta intensidad e impacto- podrían ser más beneficiosos; concluyendo, que la velocidad de ejecución es clave para obtener mayores resultados<sup>[24]</sup>.

Se ha observado que la DMO de la cadera, medida en todos los ensayos clínicos utilizados para esta revisión, aumenta en todas las participantes que realizaron este tipo de actividad; no se puede afirmar lo mismo acerca de la columna lumbar ni la muñeca, sobre la cual en no todos los estudios se han obtenido significativos.

Es de destacar que sí se han obtenido resultados similares en los estudios cuya duración fue la misma, siendo siempre el aumento de la DMO de la cadera el resultado principal y el aumento del equilibrio y fuerza, los resultados secundarios. No he encontrado trabajos científicos en los que se analice la duración de estos efectos, pero en mi opinión sería interesante la realización de estudios post-intervención para valorar la duración del efecto del ejercicio sobre el hueso e indagar más acerca de terapias alternativas de ejercicio.

## **CONCLUSIÓN**

La actividad física, está considerada como una estrategia efectiva y con frecuencia recomendada para la prevención y tratamiento en la osteoporosis postmenopáusica. Como ya se ha descrito en los artículos expuestos anteriormente, el ejercicio aeróbico, el entrenamiento con pesas y el trabajo de resistencia, han demostrado ser efectivos para aumentar la DMO en mujeres. Por otro lado, caminar y el ejercicio aeróbico de baja intensidad, han demostrado ser efectivos para el mantenimiento óseo, pero no aumentan la DMO ni tienen efectos significativos sobre el remodelado óseo de la mujer postmenopáusica.

Del análisis de esta revisión podemos concluir que la actividad física de alta intensidad y resistencia es la más efectiva y adecuada como tratamiento no farmacológico para las mujeres postmenopáusicas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Drake R, Vogl A, Mitchell A. *Gray. Anatomía básica + StudentConsult*. 2nd ed. London: Elsevier Health Sciences Spain; 2013.
- [2] Woolf-May K, Bird S. *Exercise prescription*. 6th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2006.
- [3] Kwun S, Laufgraben M, Gopalakrishnan G. *Prevention and treatment of postmenopausal osteoporosis. The Obstetrician & Gynaecologist*. 2012;14(4):251-6.
- [4] Yeste D, Carrascosa A. *Osteopenia/osteoporosis de origen nutricional*. *Rev Esp Ped*. 2003;59: 99-105.
- [5] Silverthorn D. *Fisiología humana*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2013.
- [6] Nanes, M.S, Kallen, C.B. *Osteoporosis*. *Semin Nucl Med*. 2014;44(6): 439-450.
- [7] Stanghelle B, Bentzen H, Giangregorio L, Pripp A, Bergland A. *Effect of a resistance and balance exercise programme for women with osteoporosis and vertebral fracture: study protocol for a randomized controlled trial*. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2018;19(1).
- [8] Siris E, Chen Y, Abbott T, Barrett-Connor E, Miller P, Wehren L et al. *Bone Mineral Density Thresholds for Pharmacological Intervention to Prevent Fractures*. *Arch Gen Intern Med*. 2004;164(10):1108.
- [9] Troy K, Mancuso M, Butler T, Johnson J. *Exercise Early and Often: Effects of Physical Activity and Exercise on Women's Bone Health*. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(5):878.
- [10] Zhang J, Gao R, Cao P, Yuan W. *Additive effects of antiresorptive agents and exercise on lumbar spine bone mineral density in adults with low bone mass: a meta-analysis*. *Arch Osteoporos*. 2014;25(5):1585-94.
- [11] Baxter-Jones A, Faulkner R, Forwood M, Mirwald R, Bailey D. *Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: An estimation of peak bone mass*. *J Bone Miner Res*. 2011;26(8):1729–39.

- [12] Lorentzon M, Mellström D, Ohlsson C. *Age of attainment of peak bone mass is site specific in Swedish men—The GOOD study*. J Bone Miner Res. 2005;20(7):1223–7.
- [13] Specker B, Thiex, N, Sudhagani. *Does Exercise Influence Pediatric Bone A Systematic Review*. Clin Orthop Relat Res. 2015;473(11): 3658–72.
- [14] Weeks B, Beck B. *The BPAQ: A bone-specific physical activity assessment instrument*. Arch Osteoporos. 2008;19(11):1567–77.
- [15] Hind K, Burrows M. *Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: A review of controlled trials*. Bone. 2007;40(1):14–27.
- [16] Baddoura R, Awada H, Salam N. *Effects of exercise modes on peak bone mineral density in human subjects*. Bone. 2002;31(4):520-8.
- [17] Karlsson M, Magnusson H, Karlsson C, Seeman E. *The duration of exercise as a regulator of bone mass*. Bone. 2001;28(1):128-32.
- [18] Mcmillan L, Zengin A, Ebeling P, Scott D. *Prescribing Physical Activity for the Prevention and Treatment of Osteoporosis in older adults*. Healthcare. 2017;5(4):85.
- [19] Nelson M. *Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: A randomized controlled trial*. JAMA 1994;272(24):1909-14.
- [20] Huovinen V, Ivaska K, Kiviranta R, Bucci M, Lipponen H, Sandboge S et al. *Bone mineral density is increased after 16-week resistance training intervention in elderly women with decreased muscle strength*. Eur J Endocrinol. 2016;175(6):571-82.
- [21] Multanen J, Nieminen M, Häkkinen A, Kujala U, Jämsä T, Kautiainen H et al. *Effects of high-impact training on bone and articular cartilage: 12-month randomized controlled quantitative MRI study*. J Bone Miner Res. 2013;29(1):192-201.
- [22] Kerr D, Ackland T, Maslen B, Morton A, Prince R. *Resistance Training over 2 Years Increases Bone Mass in Calcium-Replete Postmenopausal Women*. J Bone Miner Res. 2001;16(1):175-81.
- [23] Lu Y, Rosner B, Chang G, Fishman L. *Twelve-minute daily yoga regimen reserves osteoporotic bone loss*. Top Geriatr Rehabil. 2016; 32(2):81-7.
- [24] Stengel S, Kemmler W, Pintag R, Beeskow C, Weineck J, Lauber D et al. *Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women*. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2005;37(Supplement):S150.

- [25] Watson S, Weeks B, Weis L, Horan S, Beck B. *Heavy resistance training is safe and improves bone, function, and stature in postmenopausal women with low to very low bone mass: Novel early findings from the LIFTMOR trial.* Arch Osteoporos. 2015;26, (12):2889-94.
- [26] Wayne P, Kiel D, Buring J, Connors E, Bonato P, Yeh G et al. *Impact of Tai Chi exercise on multiple fracture-related risk factors in post-menopausal osteopenic women: a pilot pragmatic, randomized trial.* BMC Complementary and Alternative Medicine. 2012;12(1).
- [27] Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen S et al. *Effect of 8-month vertical whole body vibration on bone, muscle performance, and body balance: a randomized controlled study.* J Bone Miner Res. 2003;18(5):876-84.
- [28] Vershueren S, Roelants M, Delechuse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. *Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study.* J Bone Miner Res. 2003,19(3):352-9.
- [29] Gusi N, Raimundo A, Leal A. *Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial.* BMC Musculoskeletal Disorders. 2006;7(1).