



# EFETOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS EM CADEIA CINÉTICA FECHADA NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE MULHERES COM OSTEOPENIA PÓS-MENOPÁUSICA

*Effect of exercise program in closed kinetic chain in bone mineral density of women with postmenopausal osteopenia*

Oslei de Matos<sup>[a]</sup>, Rogério César Fermino<sup>[b]</sup>

<sup>[a]</sup>Doutor em Ciências do Desporto, Departamento de Educação Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: osleimt@hotmail.com

<sup>[b]</sup>Doutorando em Atividade Física e Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR - Brasil, e-mail: rogeriofermino@hotmail.com

---

## Resumo

**OBJETIVO:** Verificar os efeitos de um programa de exercícios em cadeia cinética fechada (CCF) na densidade mineral óssea (DMO) de mulheres com osteopenia pós-menopáusia. **METODOLOGIA:** Esta pesquisa apresenta um delineamento quase-experimental onde 41 mulheres pós-menopáusias (56,4±5 anos) foram divididas em dois grupos: grupo experimental (GE, n=23, 57,3±5,4 anos) e grupo controle (GC, n=18, 55,1±4,3 anos). Os indivíduos do GE realizaram um protocolo de exercícios resistidos com incidência de forças longitudinais em CCF durante 12 meses de maneira periodizada. Enquanto os indivíduos do GC mantiveram suas atividades da vida diária durante o mesmo período de tempo. A DMO foi avaliada em ambos os grupos anteriormente ao início do estudo (pré) e após o período de 12 meses (pós) por um aparelho de DXA (modelo *Hologic QDR-4000*) na região da coluna lombar (L1 a L4) e fêmur (wards, colo, trocânter e intertrocânter). Para análise dos dados foi utilizada a ANOVA *two-way* de medidas repetidas. Os cálculos foram realizados no *software* SPSS 15.0 e o nível de significância mantido em 5% ( $p < 0,05$ ). **RESULTADOS:** Apesar de não significativo, na região da coluna lombar o GE apresentou um incremento de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na DMO (0,5%), enquanto o GC evidenciou uma redução de 0,019 g/cm<sup>2</sup> (-2,1%). Na região do fêmur, ambos os grupos apresentaram reduções nos valores densitométricos: GE -0,015 g/cm<sup>2</sup> (-1,7%) e GC -0,003 g/cm<sup>2</sup> (-0,4%). Apenas para o GE esta diferença foi significativa. **CONCLUSÃO:** O protocolo com exercícios em CCF foi eficiente para aumentar a DMO apenas na região da coluna lombar.

**Palavras-chave:** Osteopenia. Forças longitudinais. Pós-menopausa.

## Abstract

**OBJECTIVE:** To verify the effect of the exercise program in closed kinetic chain (CKC) in bone mineral density (BMD) of women with osteopenia postmenopausal. **METHODS:** This research show quasi-experimental design where 41 postmenopausal women ( $56.4 \pm 5.0$  years old), separated in two groups: study group (SG,  $n=23$ ;  $57.3 \pm 5.4$  years) and control group (CG,  $n=18$ ;  $55.1 \pm 4.3$  years). For the SG the weight exercise protocol was applied during a period of 12 months and it was constituted by periodized exercises with incidence of longitudinal forces. As for the CG no weight exercise protocol was applied at all. The BMD was evaluated in both groups before study (pre) and after (post) 12 months period by DXA (model Hologic QDR-4000) in the lumbar spine (L1 to L4) and hip (Wards, Neck, Trochanter and intertrochanter). A analyse of data were applied a two-way ANOVA for repeated measurements. The analysis of data was completed with the use of SPSS 15.0 software package. The level of significance was established as 5% ( $p < 0.05$ ). **RESULTS:** The values showed for the SG improved  $0.003 \text{ g/cm}^2$  in BMD in the lumbar spine (0.5%), while the CG showed high loses for this area in  $0,019 \text{ g/cm}^2$  (-2.1%). For the hip, the SG showed loses with statistical significances in  $-0.015 \text{ g/cm}^2$  (-1.7%), while the loses by CG was less intense in  $-0.003 \text{ g/cm}^2$  (-0.4%). Only SG this difference was true. **CONCLUSION:** The exercise protocol in CKC was efficient to increase the BMD only to lumbar spine.

**Keywords:** Osteopenia. Longitudinal forces. Postmenopausal.

## INTRODUÇÃO

A osteoporose é um distúrbio osteometabólico provocado pelo desequilíbrio orgânico e inorgânico que atinge a formação e reabsorção dos ossos, dificultando a sua neoformação (1). Pode ser classificada em primária (Tipo I – pós-menopáusicas e Tipo II – senil) e secundária (causada por fatores orgânicos que atingem o *turnover* ósseo) (2). Com a osteoporose o tecido ósseo torna-se poroso e enfraquecido pela deterioração de sua microestrutura com adelgaçamento trabecular, ocasionando uma maior incidência de fraturas (3). Por outro lado, a osteopenia é caracterizada pela diminuição da densidade mineral óssea (DMO), entretanto, sem o risco de fraturas (4). Os indivíduos que apresentam osteopenia possuem elevado risco de evoluírem para osteoporose. Assim, esta representa uma importante fase para o controle da DMO.

Somente nos Estados Unidos, cerca de 10 milhões de indivíduos acima de 50 anos são afetados com a osteoporose e mais de 34 milhões, pela osteopenia. Para o ano de 2020 estima-se que estes números aumentem para 14 e 47 milhões, respectivamente (5). Na Comunidade Europeia, dos 25 milhões de sujeitos afetados pela osteoporose, aproximadamente 80% são mulheres (4). De fato, a prevalência de osteoporose é mais elevada entre as mulheres (6). No período da menopausa elas apresentam uma perda progressiva na DMO em decorrência da menor atividade do sistema hormonal, provocado pela baixa concentração de estrogênio ovariano (7, 8). Entretanto, esses mecanismos ainda não estão bem estabelecidos.

Existem evidências que a prática regular de exercícios resistidos apresenta efeitos positivos no combate à diminuição da DMO (9, 10). De acordo com o *American College of Sports Medicine* (9) esses exercícios precisam ser realizados de duas a três vezes por semana e com intensidade moderada à elevada. Um estudo recente demonstrou que mulheres com osteopenia que se envolveram em um programa de exercícios aumentaram de maneira significativa sua DMO, além de reduzirem o risco de fraturas (10). Os exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) envolvem suporte de peso com contração de grupos musculares agonistas e antagonistas (4). Estes promovem compressões longitudinais no esqueleto axial e apendicular, enquanto que em exercícios de cadeia

cinética aberta as forças são perpendiculares ao esqueleto, distribuindo assim as cargas pela estrutura muscular (11). Apesar destas informações, na maioria das intervenções terapêuticas a prescrição de exercícios ocorre sem critérios em relação aos equipamentos mais adequados a serem utilizados no treinamento (11, 12).

Na literatura internacional observa-se que os exercícios em CCF são largamente estudados e utilizados para reabilitação de lesões como, por exemplo, a de ligamento cruzado anterior. Todavia, parece não existir informações sobre sua eficácia em relação ao aumento da DMO. Desta maneira, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos de um programa de exercícios com incidência de sobrecargas longitudinais em CCF na DMO de mulheres com osteopenia pós-menopáusia.

## METODOLOGIA

### Amostra

A amostra foi constituída por 41 mulheres ( $56,4 \pm 5$  anos) portuguesas, sedentárias, caucasianas, e portadoras de osteopenia pós-menopáusia. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, de acordo com a disponibilidade e interesse em envolver-se no programa de exercícios: grupo experimental (GE) e grupo controle (GC). O GE foi constituído por 23 mulheres ( $57,3 \pm 5,4$  anos) e o GC por 18 ( $55,1 \pm 4,3$  anos).

Para a participação no estudo, foram considerados todos os aspectos éticos contidos na Declaração de *Helsinki*. Ainda, os indivíduos do GE obtiveram resposta negativa no questionário *PAR-Q* simples (13). As participantes não apresentavam doenças que pudessem afetar direta ou indiretamente a DMO e/ou a execução dos exercícios.

Os indivíduos do GE foram submetidos a um protocolo de exercícios resistidos terapêuticos durante 12 meses. Já os do GC não estiveram envolvidos em programas formais de exercícios físicos durante o mesmo período, mantendo assim as suas atividades da vida diária. Seriam desconsiderados da análise, os indivíduos que (a) não obtivessem 80% de participação no protocolo de exercícios; (b) não realizassem 10 sessões mensais necessárias para a evolução no protocolo e/ou que (c) faltassem mais que 30 dias ao programa.

### Protocolo de exercícios

O protocolo de exercícios com sobrecargas longitudinais em CCF foi desenvolvido de modo a se assemelhar ao que é habitualmente realizado em academias e/ou centros de saúde. Os equipamentos foram selecionados com o objetivo de promover força compressiva sobre o esqueleto axial e apendicular. O programa de intervenção foi realizado três vezes na semana em dias alternados, seguindo os preceitos básicos de prescrição de exercícios resistidos. Em cada sessão foi tomado o devido cuidado em proporcionar um período de aquecimento com atividades aeróbias, seguido dos exercícios específicos (duração de "H" 30-40 minutos). Nos cinco minutos finais os indivíduos realizavam exercícios de alongamento. Todas as sessões de treinamento foram supervisionadas por um Profissional de Educação Física, previamente treinado para tal finalidade.

Os exercícios aeróbios foram prescritos como forma de aquecimento para a sessão de treinamento, mas também intencionalmente selecionados para proporcionar sobrecarga longitudinal nas articulações. Ao longo do protocolo de intervenção, a cada mês, novos exercícios eram inseridos. Para os exercícios resistidos o número de repetições foi adequado de maneira a proporcionar um aumento gradativo da intensidade. Estas foram aumentadas a cada mês, com exceção da Fase 4. De um modo geral, a intensidade dos exercícios foi de leve à moderada. As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, a descrição detalhada dos exercícios aeróbios e resistidos realizados em cada fase.

TABELA 1 - Organização e descrição dos exercícios aeróbios realizados em cada uma das quatro fases do programa de intervenção

Fase 1 (1º - 3º mês)	Fase 2 (4º - 6º mês)	Fase 3 (7º - 9º mês)	Fase 4 (10º - 12º mês)
<b>1º mês:</b> Bicicleta ergométrica 10 min, vel 45-55 rpm, carga 1 kg, PSE 4-5	<b>4º mês:</b> Bicicleta ergométrica 10 min, vel 45-55 rpm, carga 2 kg, PSE 4-5+ Esteira ergométrica 10 min, vel 4-5 km/h, PSE 4-5	<b>7º mês:</b> Bicicleta ergométrica 5 min, vel 45-55 rpm, carga 3 kg, PSE 4-5+ Esteira ergométrica 10 min, vel 5-6 km/h, PSE 5-6+ <i>Elliptical</i> 5 min, vel 45-55 steps/h, carga 2 kg, PSE 4-5	<b>10º- 12º mês:</b> Esteira ergométrica 15 min, vel 5-6 km/h, PSE 5-6+ <i>Elliptical</i> 15 min, vel 45-55 steps/h, carga 4 kg, PSE 5-6
<b>2º mês:</b> Bicicleta ergométrica 15 min, vel 45-55 rpm, carga 1 kg, PSE 4-5	<b>5º mês:</b> Bicicleta ergométrica 10 min, vel 45-55 rpm, carga 2 kg, PSE 4-5+ Esteira ergométrica 15 min, vel 4-5 km/h, PSE 4-5	<b>8º mês:</b> Bicicleta ergométrica 5 min, vel 45-55 rpm, carga 3 kg, PSE 4-5+ Esteira ergométrica 10 min, vel 5-6 km/h, PSE 5-6+ <i>Elliptical</i> 10 min, vel 45-55 steps/h, carga 2 kg, PSE 4-5	
<b>3º mês:</b> Bicicleta ergométrica 20 min, vel 45-55 rpm, carga 1 kg, PSE 4-5	<b>6º mês:</b> Bicicleta ergométrica 10 min, vel 45-55 rpm, carga 2 kg, PSE 4-5+ Esteira ergométrica 20 min, vel 4-5 km/h, PSE 4-5	<b>9º mês:</b> Bicicleta ergométrica 5 min, vel 45-55 rpm, carga 3 kg, PSE 4-5+ Esteira ergométrica 10 min, vel 5-6 km/h, PSE 5-6+ <i>Elliptical</i> 15 min, vel 45-55 steps/h, carga 2 kg, PSE 4-5	

min: minutos, vel: velocidade, rpm: rotações por minuto, PSE: percepção subjetiva de esforço.

TABELA 2 - Organização e descrição dos exercícios resistidos realizados em cada uma das quatro fases do programa de intervenção

Fase 1 (1º - 3º mês)	Fase 2 (4º - 6º mês)	Fase 3 (7º - 9º mês)	Fase 4 (10º - 12º mês)
Supino inclinado (halteres)	Cadeira extensora	Tríceps na polia	<i>Leg press</i> horizontal
Desenvolvimento (halteres)	Remada alta	Cadeira flexora	Plantiflexão ( <i>leg press</i> )
Agachamento (halteres)	Remada fechada	Glúteo 4 apoios (caneleira)	Extensão de antebraço no plano frontal
Supino horizontal fechado (aparelho)	Afundo	Polia alta frente	Extensão de pernas unilateral ( <i>gravitron</i> )
Cadeira abdução	Abdominal oblíquos (polia)	Agachamento (barra)	Supino vertical (aparelho)
Cadeira adutora	Desenvolvimento em pé (halteres)	Plantiflexão em pé (halteres)	Extensão de tronco (aparelho)
Plantiflexão ( <i>step</i> )	Supino reto (aparelho)	Desenvolvimento (aparelho)	Desenvolvimento alternado (aparelho)
Rosca bíceps (alternado)	<i>Peck deck</i> adaptado	Supino inclinado (aparelho)	Subida no <i>step</i>
Abdominal livre	Abdominal livre	Abdominal livre	Abdominal declinado

No primeiro, segundo e terceiro mês de cada fase foram realizadas, respectivamente, 10, 12 e 15 repetições com cargas leves à moderadas. O intervalo de recuperação foi de um minuto entre séries e exercícios. A fase concêntrica e excêntrica durou, aproximadamente, três segundos cada.

## Avaliação da densidade mineral óssea

A DMO foi avaliada por um aparelho de DEXA (modelo *Hologic QDR-4000*) em duas regiões: coluna lombar (L1 a L4) e fêmur (Wards, colo, trocânter e introtrocânter). Os exames densitométricos foram realizados em ambos os grupos, anteriormente ao início do estudo (pré) e após o período de 12 meses (pós).

## Procedimentos estatísticos

O *software* estatístico SPSS 15.0 foi utilizado na análise exploratória de dados, com intuito de verificar possíveis erros de entrada das informações, a presença de *outliers* e a normalidade das distribuições, bem como para calcular a média e o desvio padrão das variáveis. Para a comparação da DMO entre o período pré e pós, foi utilizado a ANOVA *two-way* de medidas repetidas e o nível de significância foi mantido em 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta os aspectos descritivos fundamentais dos indivíduos de ambos os grupos. Não houve diferença significativa em nenhuma das variáveis analisadas entre os indivíduos do GE e GC, comprovando, desta maneira, a homogeneidade da amostra.

TABELA 3 - Características de ambos os grupos estudados

Variáveis*	GE <i>n</i> = 23	GC <i>n</i> = 18	<i>p</i>
Idade (anos)	57,3±5,4	55,1±4,3	0,1
Idade da menopausa (anos)	47,6±5,6	48,3±4,1	0,063
Estatura (cm)	158,9±4,6	157,4±5	0,719
Massa corporal (kg)	62±7	61,9±8,9	0,087
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,6±3,4	25,2±3,4	0,225
DMO coluna (g/cm <sup>2</sup> )	0,875±0,08	0,850±0,05	0,255
DMO fêmur (g/cm <sup>2</sup> )	0,861±0,12	0,828±0,1	0,342

\* valores referentes ao primeiro momento de avaliação, GE: grupo experimental, GC: grupo controle.

A Tabela 4 apresenta os valores médios de DMO na região da coluna e do fêmur em ambos os grupos, pré e pós o período de intervenção. Na região da coluna, o GE apresentou um incremento de 0,003 g/cm<sup>2</sup> na DMO (0,5%), enquanto o GC evidenciou uma redução de 0,019 g/cm<sup>2</sup> (-2,1%). Entretanto, não foi verificado efeito significativo para o grupo, tempo e interação ( $p < 0,05$ ). Na região do fêmur, ambos os grupos apresentaram reduções nos valores densitométricos (GE: -0,015; “: -1,7% e GC: -0,003 g/cm<sup>2</sup>; “: -0,4%). A ANOVA de medida repetida identificou diferença significativa ( $F_{(1,39)} = 4,781$ ;  $p = 0,035$ ) apenas para o GE do pré para o pós teste. Contudo, nenhum efeito do grupo ( $F_{(1,39)} = 0,626$ ;  $p = 0,433$ ) ou da interação (grupo x tempo) ( $F_{(1,39)} = 2,105$ ;  $p = 0,155$ ).

TABELA 4 - Valores de densidade mineral óssea (g/cm<sup>2</sup>) de ambos os grupos nos diferentes momentos de avaliação

Região	GE				GC			
	Pré	Pós	$\Delta$ abs	$\Delta$ %	Pré	Pós	$\Delta$ abs	$\Delta$ %
Coluna	0,875±0,08	0,878±0,09	0,003	0,5	0,850±0,06	0,831±0,05	-0,019	-2,1
Fêmur	0,861±0,12	0,846±0,12*	-0,015	-1,7	0,828±0,10	0,825±0,11	-0,003	-0,4

GE: grupo experimental, GC: grupo controle, “abs: diferença absoluta (g/cm<sup>2</sup>), “%: diferença relativa, \* $p < 0,05$ .



## DISCUSSÃO

Os resultados encontrados mostraram que em todas as variáveis analisadas os indivíduos de ambos os grupos apresentaram valores semelhantes. Por causa das diferenças metodológicas, de certa maneira, houve alguma dificuldade na comparação direta com outras pesquisas. No estudo de Kemmler et al. (14), os indivíduos apresentaram uma faixa etária semelhante aos da presente investigação. As mulheres ostentaram valores análogos de IMC e DMO na coluna. Entretanto, nas variáveis massa corporal, estatura e idade da menopausa os valores foram superiores.

Tal como referido anteriormente, este estudo teve como objetivo verificar os efeitos de um programa de exercícios com incidência de sobrecargas longitudinais em CCF na DMO de mulheres com osteopenia pós-menopáusicas. Os resultados demonstraram que este tipo de intervenção pode, em parte, proporcionar resultados positivos. Diversos estudos (10, 14-20) procuraram verificar a influência dos exercícios resistidos na DMO. Entretanto, os autores não distinguem a metodologia empregada em relação sobrecarga longitudinal e axial. De maneira semelhante, estudos de revisão (8, 21-23) e de meta-análise (24) sustentam a afirmação que esses exercícios são capazes de promover estímulo suficiente para o aumento da DMO.

No presente estudo, ainda que não significativo, os indivíduos do GE obtiveram um aumento de 0,5% na DMO da coluna lombar. Evidências apontam efeitos significativamente positivos na DMO desta região após programas de intervenção com exercícios resistidos (14, 15, 20, 25-27). De uma maneira geral a magnitude destes aumentos variaram entre 0,7 (27) e 2,2% (25). Estes resultados foram obtidos em períodos de intervenção entre 10 e 12 meses. Kemmler et al. (26) acompanharam durante três anos, 48 mulheres pós-menopáusicas que realizaram exercícios resistidos. Os autores verificaram aumento na DMO da coluna lombar de 7%. Na presente investigação, os indivíduos do GE obtiveram uma redução de 2,1%. De acordo com Geraldés (8) pode haver um declínio abrupto da DMO (3 à 5%/ano) mesmo com a realização de exercícios. Para Kelley et al. (24) esta diminuição apresenta valores médios de 2 à 3%/ano. Na literatura consultada, em períodos de intervenção inferiores a 12 meses esta diminuição foi, em média, de 1,2% (14, 25). Entretanto, pode chegar até 3% se analisadas em três anos (26).

Na região do fêmur, tanto os indivíduos do GE quanto os do GC apresentaram diminuições na DMO (-1,7 e -0,4%, respectivamente). Estes resultados mostram que a metodologia empregada no treinamento não foi suficiente e/ou adequada para proporcionar a osteogênese nesta região. Vale ressaltar que os exercícios foram prescritos com a finalidade de incidirem longitudinalmente em todo o corpo. De maneira semelhante ao que foi encontrado no presente estudo, Kemmler et al. (15) também verificaram que houve perda da DMO em grupos de indivíduos que realizaram ou não, programas de exercícios (-0,8 e -1,8%, respectivamente). Conforme citado anteriormente, as reduções na DMO podem ocorrer mesmo com programas de intervenção com exercícios (8). Não obstante, outras pesquisas encontraram aumentos significativos na DMO (25, 28). Kerr et al. (18) verificaram incrementos de 1%. No estudo de Kemmler et al. (25) houve um aumento de 0,9% no grupo que realizou exercício resistido e redução de 1,1% no grupo sem exercícios.

De acordo com Cadore et al. (22), o mecanismo para o aumento da DMO através da realização do exercício resistido tem relação com a magnitude da deformação óssea causada durante a atividade. É bem evidenciado que maiores intensidades de treinamento estão associadas a maiores estímulos para o aumento da DMO (8, 22, 27, 29). Na literatura existe um consenso que para aumento da DMO é necessário a realização de exercícios resistidos com utilização de cargas com magnitudes de intensidade moderada à elevada (9). Os exercícios utilizados no programa de intervenção da presente pesquisa, tiveram como principal finalidade proporcionar sobrecarga longitudinal nas articulações e, de uma maneira geral, foram de intensidade leve à moderada. De acordo com a periodização proposta, os incrementos de intensidade nos exercícios ocorreram com o aumento do número de repetições (10 à 15) em cada mês, inseridas nas respectivas fases de treinamento. Na literatura internacional, verifica-se que os exercícios resistidos são prescritos de acordo com um percentual da carga mobilizada em uma repetição máxima, ou ainda, por faixas de repetições máximas.

Não tivemos acesso a nenhuma referência onde os autores procuraram verificar os efeitos de exercícios específicos em CCF na DMO de mulheres pós-menopáusias. Mesmo em importantes posicionamentos (9, 30), revisões (8, 21, 23) ou estudos de meta-análise (24) nada é mencionado sobre esta questão.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que o programa de intervenção com exercícios em CCF foi eficiente para aumentar a DMO apenas da coluna lombar de mulheres com osteopenia pós-menopáusia. Os achados do presente estudo evidenciam a importância da especificidade do treinamento com o intuito de proporcionar estímulo suficiente para o aumento da DMO. Os programas de reabilitação e/ou de exercícios devem ser prescritos seguindo as recomendações existentes na literatura quanto à frequência, volume, intensidade e incidência de carga (longitudinal). A presente pesquisa apresenta a importância da sustentação de peso e/ou exercícios de sustentação de peso (forças longitudinais), onde estes devem ser incluídos nas rotinas dos programas de treinamento para mulheres com osteopenia ou osteoporose pós-menopáusia. Entretanto, sugere-se que outros estudos com um maior número de indivíduos, grupos e tempo de acompanhamento sejam conduzidos para verificar o efeito de diferentes intervenções com exercícios sobre a DMO.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Ms. Hassan Mohamed Elsangedy pelo auxílio na análise estatística.

## REFERÊNCIAS

1. Kamel HK. Sarcopenia and aging. *Nutr Rev.* 2003;61(5 Pt 1):157-67.
2. North American Menopause Society. Management of osteoporosis in postmenopausal women: 2006 position statement of The North American Menopause Society. *Menopause.* 2006;13(3):340-67.
3. Seeley RR, Stephens TD, Tate P. *Essentials of anatomy and physiology.* New York; McGraw Hill; 2005.
4. USDHHS. (United States Department of Health & Human Services). Bone health and osteoporosis: a report of the Surgeon General [cited 2006 Nov 22]. Available from: <http://www.surgeongeneral.gov/library/bonehealth/content.html>
5. Thompson CW. *Manual de cinesiologia estrutural.* São Paulo: Manole; 2002.
6. Frazão P, Maveira M. Prevalência de osteoporose: uma revisão crítica. *Rev Bras Epidemiol.* 2006;9(2):206-14.
7. Neto JFM, Fernandes CE. *Presente e futuro da osteoporose: aspectos clínicos e terapêuticos.* Programa de Atualização Médica. Sobrac; 2001.
8. Geraldles AAR. Exercício como estratégia de prevenção e tratamento da osteoporose: potencial e limitações. *Rev Bras Fisiol Exerc.* 2003;2(1):1-28.
9. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(11):1985-96.
10. Hourigan SR, Nitz JC, Brauer SG, O'Neill S, Wong J, Richardson CA. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporos Int.* 2008;19(7):1077-86.

11. Swanenburg J, Mulder T, De Bruin ED, Uebelhart D. Physiotherapy interventions in osteoporosis. *J Rheumatol.* 2003;62(6):522-6.
12. Kontulainen S, Heinonen A, Kannus P, Pasanen M, Sievanen H, Vuori I. Former exercisers of an 18-month intervention display residual a BMD benefits compared with control women 3.5 years post-intervention: a follow-up of a randomized controlled high-impact trial. *Osteoporos Int.* 2004;15(3):248-51.
13. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Baltimore: Lippincott Williams e Wilkins; 2007.
14. Kemmler W, Engelke K, Lauber D, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. Exercise effects on fitness and bone mineral density in early postmenopausal women: 1-year EFOPS results. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):2115-23.
15. Kemmler W, Engelke K, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. The erlangen fitness osteoporosis prevention study: a controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density-first-year results. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84(5):673-82.
16. Bembien DA, Feters NL, Bembien MG, Nabavi N, Koh ET. Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(11):1949-57.
17. Humphries B, Newton RU, Bronks R, Marshall S, McBride J, Triplett-McBride T, et al. Effect of exercise intensity on bone density, strength, and calcium turnover in older women. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(6):1043-50.
18. 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.
19. Shedd KM, Hanson KB, Alekel DL, Schiferl DJ, Hanson LN, Van Loan MD. Quantifying leisure physical activity and its relation to bone density and strength. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(12):2189-98.
20. Stengel S, Kemmler W, Lauber D, Kalender WA, Engelke K. Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: a two-year longitudinal study. *Br J Sports Med.* 2007;41(10):649-55.
21. Petranick K, Berg K. The effects of weight training on bone density of premenopausal, postmenopausal and elderly women: a review. *J Strength Cond Res.* 1997;11(3):200-8.
22. Cadore EL, Brentano MA, Kruel LFM. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11(6):373-9.
23. Jovine MA, Buchalla CM, Santarém EMM, Santarém JM, Aldrighi JM. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa: estudo de atualização. *Rev Bras Epidemiol.* 2006;9(4):493-505.
24. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001;80(1):65-77.
25. Kemmler W, Riedel H. The influence of a 10-month training program on risk factors in osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(1):191.
26. Kemmler W, von Stengel S, Weineck J, Lauber D, Kalender W, Engelke K. Exercise effects on menopausal risk factors of early postmenopausal women: 3-yr Erlangen fitness osteoporosis prevention study results. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(2):194-203.



27. Stengel SV, Kemmler W, Pintag R, Beeskow C, Weineck J, Lauber D, et al. Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *J Appl Physiol.* 2005;99(1):181-8.
28. Cussler EC, Lohman TG, Going SB, Houtkooper LB, Metcalfe LL, Flint-Wagner HG, et al. Weight lifted in strength training predicts bone change in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(1):10-7.
29. Vincent KR, Braith RW. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(1):17-23.
30. American College of Sports Medicine position stand. Osteoporosis and exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(4):i-vii.

Recebido: 28/02/2008

*Received:* 02/28/2008

Aprovado: 17/03/2009

*Approved:* 03/17/2009

Revisado: 22/09/2009

*Reviewed:* 09/22/2009