

# ESTUDO DOS EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA SOBRE A MASSA ÓSSEA DE RATAS OOFORECTOMIZADAS

Elza Carolina Costa Santos<sup>1</sup>

Maria do Carmo de Carvalho Martins<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professora de Educação Física/CREF, UFPI

<sup>2</sup>Professora do Departamento de Fisiologia, UFPI

[carol\\_edufisica@hotmail.com](mailto:carol_edufisica@hotmail.com)

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do treinamento físico de força de alta intensidade na prevenção da osteoporose em animais ooforectomizados. O treinamento foi iniciado 40 dias após a ooforectomia. As ratas castradas não treinadas apresentaram maior ganho de peso que os animais do grupo controle não treinados. Houve redução significativa de massa óssea no grupo de fêmeas castradas treinadas. O treinamento físico no volume e duração aqui utilizados não produziu efeitos positivos sobre a massa óssea de ratas com hipostrogenismo.

**Palavras-Chave:** Ooforectomia, Osteoporose, Osteopenia, Treinamento Físico.

## 1 INTRODUÇÃO

A osteoporose é uma doença osteometabólica, caracterizada pela redução de massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo (PIAI et al, 2005; GUARNIERO, 2004). Tem como principal agravante a ocorrência de fraturas e a perda de autonomia funcional (SILVA, 2003), pois com a redução de massa óssea ocorre uma diminuição da força mecânica do osso, tornando-o mais propenso a fraturar-se (CAMPOS, 2000; AMADEI et al, 2006). A osteopenia consiste em uma redução da massa óssea decorrente de uma inadequada síntese de osteóides, que estabelece condição prévia para o surgimento da osteoporose (CAMPOS, 2000).

Quanto à classificação, a osteoporose pode ser primária ou secundária, subdividindo-se a primária em tipo I e II (GALI, 2001). A osteoporose primária do tipo I ou pós-menopáusicas, relaciona-se com a perda da função ovariana e intensificação de reabsorção óssea principalmente durante os primeiros anos após a menopausa (MARAFON, 2004), ocorrendo perda óssea principalmente no osso trabecular (CAMPOS, 2000; GUARNIERO, 2004). A osteoporose primária do tipo II ou senil relaciona-se ao processo de envelhecimento (SANTARÉM, 2001), e caracteriza-se por deficiência na formação óssea (MARAFON, 2004), geralmente em indivíduos acima de 60 anos (SANTARÉM, 2001). A osteoporose secundária é causada por doença de base que provoca um desequilíbrio nos mecanismos de formação e reabsorção óssea (FRISCHENBRUDER e ROSE, 1996 citado por SILVA, 2002).

Diagnosticar a osteoporose é difícil, pois sua evolução é assintomática e geralmente só é identificada após a ocorrência de alguma fratura. Dentre os métodos de diagnóstico que podem ser laboratoriais, radiográficos ou através de biópsia óssea, a densitometria óssea é considerada atualmente como “padrão ouro” (GUARNIERO, 2004).

A atividade física tem sido considerada como um iniciador do ciclo de remodelação óssea, principalmente a de impacto mecânico (MARAFON, 2004), e treinamentos de força são em especial adotados como medida preventiva da osteoporose (JOVINE et al, 2006), pois embora os esteróides sexuais sejam importantes na gênese da osteoporose, a inatividade física constitui um fator de risco (OCARINO e SERAKIDES, 2006).

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do treinamento físico de força de alta intensidade na prevenção da osteoporose em animais ooforectomizados.

## 2 METODOLOGIA

Foram utilizadas 40 ratas (*Rattus norvegicus*) albinas, da linhagem Wistar, pesando entre 160 e 220g, a partir dos 50 dias de idade, mantidas em gaiolas (com cinco ratas cada), com fornecimento *ad libitum* de água e dieta padrão de laboratório. Foram divididas

aleatoriamente em grupos de 10 animais: controle não treinado (GCO); controle treinado (GCOT); castrado não treinado (GCA) e castrado treinado (GCAT).

## 2.1 Protocolo de treinamento físico

As ratas dos grupos GCOT e GCAT foram submetidas inicialmente a uma adaptação ao meio líquido durante duas semanas na água, 20 minutos por dia, três vezes por semana sem a utilização de sobrecarga. Após esse período foram submetidas a um programa de treinamento físico de força adaptado do protocolo de Oliveira e colaboradores (2002), que consistiu em saltos em um tanque com água em altura correspondente a 150% do tamanho corporal do animal, com uma sobrecarga presa ao seu corpo na altura do abdome e que constava de quatro séries de 10 saltos realizados em três sessões semanais, por 12 semanas, com aumento progressivo da carga, a partir de 20% do peso corporal, até chegar a 50%.

## 2.2 Obtenção de material para análise radiológica dos fêmures

Após 12 semanas de treinamento físico, os animais foram sacrificados e os fêmures coletados para análise radiológica pelo Digora, como também o sangue de cada animal. A urina foi coletada 24 horas antes do sacrifício para dosagem de cálcio.

## 2.3 Processamento dos Dados e Análise Estatística

Os dados coletados foram analisados através do Prism 3.0 compatível com o sistema Windows. Foi realizada análise estatística descritiva dos valores obtidos calculando-se as médias e os erros padrões da média das variáveis mensuradas. Os resultados foram analisados por ANOVA para comparação entre grupos, seguida de pós-teste de comparação múltipla de Tukey. Para as comparações de cada grupo e como grupo GCOS, quando indicado, foi aplicado o teste t. O nível de significância estabelecido foi de  $p < 0,05$ .

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso corporal médio dos animais foi semelhante no início do período de treinamento, e não apresentou diferença estatística significativa ao final do período de 12 semanas (tabela 1). Contudo, neste estudo observou-se que as ratas do grupo GCAS apresentaram ganho de peso corporal significativamente maior que as do grupo GCOS, e houve uma tendência a um maior ganho de peso nos animais do grupo GCAT, apesar de não atingir significância estatística, também em relação ao GCOS.

**Tabela 1.** Peso corporal dos animais dos grupos controle não treinado (GCOS) e treinado (GCOT) e castrados não treinado (GCAS) e treinado (GCAT).

Grupo	Peso inicial (g) (média ± EPM)	Peso final (g) (média ± EPM)	Ganho de peso (g) (média ± EPM)
GCOS (n=10)	199,70 ± 6,15	213,70 ± 6,99	20,95 ± 2,42
GCOT (n=10)	189,90 ± 7,27	226,10 ± 7,35	24,50 ± 2,52
GCAS (n=8)	218,10 ± 10,09	238,90 ± 14,40	32,36 ± 3,96*
GCAT (n=9)	206,50 ± 8,84	234,60 ± 9,17	27,50 ± 6,00

\* teste t,  $p < 0,02$  em relação ao grupo GCOS

Os resultados da densidade óssea do colo dos fêmures, medidos pela análise radiológica utilizando o Digora para caracterizar o estado metabólico em que se encontra o tecido ósseo dos animais experimentais, são apresentados na tabela 2. Segundo os valores de densidade óssea mostrados, somente os animais do grupo GCAT apresentaram diminuição estatisticamente significativa dos valores médios de densidade óssea quando comparados com aqueles do grupo GCOS ao final das 12 semanas de treinamento, demonstrando, assim, indução osteoporótica com o regime de treinamento instituído.

**Tabela 2** - Valores médios de densidade óssea medidos pelo Digora em unidade radiológica digital pelos tons de cinza e percentuais de variação em relação ao grupo controle (GCOS), de ratas submetidas a treinamento físico de força durante 12 semanas.

Grupo	Densidade óssea (Urd) (média ± EPM)	Variação (%) em relação ao grupo GCOS
GCOS (n=10)	205,4 ± 3,007	-
GCOT (n=10)	197,2 ± 2,144	-3,99
GCAS (n=8)	200,8 ± 3,146	-2,24
GCAT (n=9)	186,2 ± 3,383*	-9,35

Ratas ovariectomizadas têm sido utilizadas como modelo animal para estudos que envolvam as gônadas, sua atividade endócrina, e o efeito dos hormônios sobre o corpo, sobretudo nos tecidos alvo que dependem dessa ação endócrina, tais como os ossos (THORNDIKE e TURNER, 1998), e ainda que do mesmo modo que a mulher após a menopausa, desenvolve osteopenia após ovariectomia (MELLO e GOMIDE, 2005).

A indução da osteopenia pela ooforectomia em ratas a partir de 50 dias, onde atingem a sua maturidade sexual nessa idade, segundo Quinn (2005), necessita de um período de repouso de no mínimo 30 dias (CARVALHO, 2001). No presente estudo, os efeitos de exercícios de força de alta intensidade foram avaliados em animais submetidos ao treinamento físico com saltos a partir de 40 dias de realização da ooforectomia.

Neste estudo as ratas do grupo GCAS apresentaram maior ganho de peso que os animais do grupo GCOS, corroborando com dados descritos na literatura de que a ooforectomia produz aumento do ganho de peso (KALU, 1991 citado por MELLO e GOMIDE, 2005). Contudo, os animais dos grupos treinados não apresentaram ganho de peso estatisticamente diferente do grupo controle não treinado. Tal achado considerado conjuntamente com o fato de que, também em relação ao ganho de peso, as fêmeas do grupo GCAT apresentaram tendência a menor ganho de peso em relação as do grupo GCAS, apontam para provável excesso de volume de treinamento.

No que diz respeito à avaliação da densidade óssea a resolução do aparelho de densitometria óssea para humanos não permitiu captar as imagens dos fêmures coletados nos ratos no experimento para um diagnóstico preciso. Diante deste fator limitante, fez-se o uso de um sistema utilizado para a análise de densidade radiográfica dentária, o Digora, produzido pela Soredex, que oferece condição para a interpretação radiográfica da densidade das áreas teste (TAVANO et al, 1999), e que se enquadrava nas medidas dos fêmures dos ratos, cujas imagens foram obtidas através do uso de um sensor e placa óptica (ao invés de filme radiográfico) (VALE et al, 1998), onde foi demarcado sobre a imagem do colo femoral na área do triângulo de Wards, um quadrado com tamanho de 23x23 pixels sendo utilizado o valor da densidade média para a análise estatística (SILVA et al, 2007; DUTRA et al, 2007). Entretanto, este método parece não ter sido sensível o bastante para as análises propostas no presente estudo.

Estudos avaliando os efeitos de treinamento com pesos em humanos têm destacado resultados positivos na capacidade funcional. Nesse sentido, Raso (2000) descreveu aumento da força muscular, induzido por um programa adequado de exercícios com pesos, promovendo melhoria da performance nas atividades da vida diária de pessoas idosas e incapacitadas. E, Aveiro et al (2006) observaram que o treinamento físico durante 12 semanas produziu melhora no equilíbrio funcional, na velocidade de marcha e força muscular do tornozelo em mulheres idosas portadoras de osteoporose.

Apesar de o exercício ter papel relevante na remodelação óssea, ainda não está claro quais tipos de atividades, intensidade das mesmas, duração e frequência dos exercícios capazes de proporcionar uma influência positiva na densidade mineral óssea (CARVALHO, 2001), isto é, os mecanismos através dos quais a atividade física estimula o aumento de massa óssea ainda precisam ser melhor elucidados (OCARINO e SERAKIDES, 2006).

## 4 CONCLUSÃO

No presente estudo não foram observados resultados significativos no que se refere a ganho de massa óssea de ratas com hipoestrogenismo dentro do programa de treinamento físico aqui utilizado, levando-se em conta os recursos disponíveis para a análise de resultados.

É importante ressaltar a necessidade de um maior incremento em pesquisas relacionadas às influências das atividades físicas sobre o tecido ósseo uma vez que os mecanismos através dos quais a atividade física estimula o aumento de massa óssea ainda precisam ser melhor esclarecidos e também a utilização de métodos de análise mais adequados que corroborem para a obtenção de resultados mais fidedignos.

## 5 REFERÊNCIAS

- AVEIRO, M. C.; GRANITO, R. N.; NAVEGA, M. T.; DRIUSSO, P. e OISHI, J. Influence of a physical training program on muscle strength, balance and gait velocity among women with osteoporosis. **Rev bras fisiot**, São Carlos, v. 10, n. 4, p. 441-448, out/dez, 2006.
- AMADEI, S. U.; SILVEIRA, V. A. S.; PEREIRA, A. C.; CARVALHO, Y. R.; ROCHA, R. F. A influência da deficiência estrogênica no processo de remodelação e reparação óssea. **Bras. Patol. Méd. Lab.**, v. 42, n. 1, p. 5-12, 2006.
- CAMPOS, M. **Musculação**: diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças, obesos. Rio de Janeiro: Sprint, 2000, p. 40-59.
- CARVALHO, D. C. L. **Ação do ultra-som de baixa intensidade em ossos de ratas osteopênicas**. 2001. [Dissertação de Mestrado]. Programa de pós-graduação em Bioengenharia Interunidades: Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- DUTRA, G. M. C.; WIENANDTS, P.; COSTA, N. P da; ARAÚJO, F. B. de. Avaliação da densidade óptica da superfície oclusal através de radiografias digitalizadas e sua relação com a presença de lesões decárie em molares decíduos. **Rev. Odonto Ciência – ODONTO/PUCRS**, V.22, N. 57, P.222-226, 2007
- GALI, J. C. Osteoporose. **Acta Ortop. Bras.**, v.9, n.2, São Paulo, Abr/jun, 2001.
- GUARNIERO, R.; OLIVEIRA, L. G. Osteoporose: atualização no diagnóstico e princípios básicos para o tratamento. **Rev. Bras. Ortopedia**, v. 39, n. 9, p. 477-485, 2004.
- JOVINE, M.S; BUCHALLA, C. M.; SANTARÉM, E. M. M.; ALDRIGHI, J. M.. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa: estudo de atualização. **Rev Bras de Epidemiol**, v. 9, n. 4, p. 493-505, 2006.
- MARAFON, D. P.; WORM, F. B.; CAYE, L.; MAFFACIOLI, R.; ISLABÃO, A. G.; STAUB, H. L. Paratormônio e tratamento da osteoporose. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 14, n.2, p. 140-149, abr/jun, 2004.
- MELLO, L. C. P.; GOMIDE, L. B. Physical, chemical and biomechanical bone response of female ovariectomized rats to various intakes of supplemental fluorine. **Rev. Nutr.**, v. 18, n. 5, p. 593-600, set./out., 2005.
- OCARINO, N. M; SERAKIDES, R. Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose. **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 3, mai/jun, 2006.
- OLIVEIRA, C. A. M.; ROGATTO, G. P.; LUCIANO, E. Efeitos do treinamento físico de alta intensidade sobre os leucócitos de ratos diabéticos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 8, n. 6, p. 219-224, nov/dez, 2002.
- PIAI, C. R.; CARVALHO, V. A. P.; WERKMAN, C.; ANBINDER, A. L.; ROCHA, R. F. Efeitos do residronato na reparação óssea de ratos machos e fêmeas com osteopenia. **Cienc. Odontol. Bras**, v. 8, n. 3, p. 77-82, jul/set, 2005.
- QUINN, R. D. V. M. Comparing rat's to human's age: How old is my rat in people years?. **Editorial Opinition/Nutrition**, n.21, p. 775-777, 2005.
- RASO, V. Exercícios com pesos para pessoas idosas: e experiência do Celafiscs. **Rev. Bras. Ciênc. Mov.** Brasília, v. 8, n. 2, p. 41-49, mar, 2000.
- SANTARÉM, J. M. Exercício físico e osteoporose. 7 de Abr. 2001. Disponível em <http://www.saúde total.com/santarém.htm>. Acesso em 20 ago. 2007.

SILVA, A. R. dos S.; RIBEIRO, A. C. P.; SALZEDAS, L. M. P.; SOUBHIA, A. M. P.; SUNDEFELD, M. L. M. M. Análise da densidade óssea radiográfica de ratos submetidos ao alcoolismo crônico utilizando imagem digital. **Ver Odonto Ciência – Faculd Odonto/PUCRS**, v. 22, n. 55, p. 77-80, 2007.

SILVA, K. L. G. L. A influência da atividade física no aumento da densidade mineral . óssea. **Rev. Digital Vida e Saúde**, v. 1, n. 3, dez/jan, 2002.

TAVANO, O.; PAVAN, A. J.; SILVA, M. J. dos A. da; GUIMARÃES, S. A. C. Estudo da densidade radiográfica digital do tecido ósseo face ao implante do polímero de mamona em coelhos. **Rev. Fob**. Vol. 7, n. 3, p. 53-58, jul/dez, 1999.

THORNDIKE, E.A.; TURNER, A.S. In search of an animal model for postmenopausal Diseases. **Frontiers in Biocience**, v. 3, p. c17-26, abr, 1998. Department of Clinical Science, Colorado State University. Ft. Collins, Co 80523: 1996- Disponível em <<http://bioscience.org>> Acesso em 20 ago, 2007.

VALE, I. S.; BRAMANTE, A. S.; BRAMANTE, C. M.; TAVANO, O. Determinação do comprimento de dentes em função da posição da placa óptica do sistema de imagem digital Digora em relação ao eixo dentário. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, v. 12, n. 2, São Paulo, apr. 1998.