

ANÁLISE RADIOGRÁFICA DE FÊMURES E NÍVEIS SÉRICOS DE CÁLCIO E FÓSFORO DE RATAS OOFORRECTOMIZADAS SUBMETIDAS A TREINAMENTO FÍSICO

ELZA CAROLINA COSTA SANTOS¹,
Esp. Treinamento físico-desportivo
AMANDA CARVALHO DE SOUSA¹,
Estudante de Medicina
SÉRGIO ANTÔNIO PEREIRA FREITAS²;
Msc. Ciências e Saúde
GERARDO VASCONCELOS DE MESQUITA^{2,3},
Doutor em Cirurgia Traumato-Ortopédica
MARIA DO CARMO DE CARVALHO E MARTINS^{1,2};
Dra. Ciências Biológicas, Orientadora
Depto. Biofísica e Fisiologia/UFPI¹; Faculdade NOVAFAPI²; Depto. Medicina
Especializada/UFPI³. Teresina, Piauí, Brasil
mccm@ufpi.br

Introdução

O tecido ósseo mantém-se ativo durante toda a vida, tendo a capacidade de se auto-regenerar e, conseqüentemente, alterar suas propriedades e configurações em resposta a mudanças na demanda mecânica (NORDIN; FRANKEL, 2003).

A osteoporose é uma doença osteometabólica, sistêmica e progressiva, que se caracteriza pela redução de massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo causando enfraquecimento dos ossos (GUARNIERO, 2004), e que tem como principal agravante a ocorrência de fraturas e a perda de autonomia funcional (SILVA, 2003).

Dentre os males da sociedade moderna que afetam a qualidade de vida das pessoas, a osteoporose é um dos mais prevalentes e, com o aumento do número de idosos, relacionado a uma maior expectativa de vida, tal situação tende a se agravar, estimando-se que até 2050 ocorrerão cerca de 6,26 milhões de fraturas de colo de fêmur decorrentes de osteoporose na população mundial (ZANETTE et al, 2003), o que representará incrementos na morbidade e na mortalidade em eventos relacionados a esta doença (AVEIRO et al, 2006).

A osteoporose é classificada como primária ou secundária, subdividindo-se a primária em tipo I e tipo II (GALI, 2001). A osteoporose primária do tipo I, conhecida como osteoporose pós-menopáusicas, relaciona-se com a perda da função ovariana, com uma intensificação de reabsorção óssea principalmente durante os primeiros anos após a menopausa (MARAFON, 2004). A osteoporose primária do tipo II está relacionada ao processo de envelhecimento, e caracteriza-se por uma deficiência na formação óssea (MARAFON, 2004). A osteoporose secundária é causada por uma doença de base que provoca um desequilíbrio nos mecanismos de formação e reabsorção óssea (SILVA, 2002).

Existem diferentes métodos para diagnóstico da osteoporose, os quais podem ser laboratoriais, radiográficos ou através de biópsia óssea, porém o mais utilizado é a densitometria óssea, considerada atualmente como “padrão ouro” dentre os métodos preditivos de diagnóstico (GUARNIERO, 2004). No entanto, esta é considerada uma medição pontual estática que não mostra as alterações dinâmicas que estão ocorrendo no tecido ósseo no momento do exame, podendo-se no caso, fazer uso de marcadores bioquímicos de remodelação óssea, no intuito de suprir os fatores limitantes (SARAIVA; CASTRO, 2002),

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), uma vez que o osso adapta a sua força ao grau de estresse ósseo e é depositado proporcionalmente à carga de compressão a que é submetido (GUYTON; HALL, 2002).

Os exercícios físicos apresentam-se como fator importante tanto na terapêutica quanto na prevenção da osteoporose, oferecendo o estímulo mecânico necessário a mudanças no metabolismo ósseo (MATSUDO; MATSUDO, 1991), pois embora os esteróides sexuais sejam importantes na gênese da osteoporose, a inatividade física constitui um fator de risco (OCARINO; SERAKIDES, 2006). Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do treinamento físico de força de alta intensidade sobre a massa óssea de animais ooforectomizados.

Metodologia

Ratos Wistar fêmeas com idade superior a 50 dias foram divididos aleatoriamente nos grupos (8-10 animais/grupo): controle sedentário (C); controle treinado (CT); ooforectomizadas sedentárias (O) e ooforectomizadas treinadas (OT). Os grupos sedentários tiveram suas atividades limitadas dentro da própria gaiola do início ao final do experimento.

Os grupos de animais CT e OT foram submetidos a um programa de treinamento físico de força adaptado do protocolo de Oliveira et al (2002), que consistiu em saltos em um tanque com água em altura correspondente a 150% do tamanho corporal do animal, com sobrecarga presa ao corpo. O treinamento constava de quatro séries de 10 saltos realizados em três sessões semanais, com aumento progressivo da carga, a partir de 20% do peso corporal, até chegar a 50% durante um período de doze semanas, e foi iniciado após período de adaptação ao meio líquido com água em temperatura de 30 a 32 °C, durante 20 minutos por dia, três vezes por semana sem utilização de sobrecarga por um período de duas semanas.

Nos grupos ooforectomizados, a ooforectomia foi realizada sob anestesia com cloridrato de quetamina na 90 mg/kg e cloridrato de xilazina 10mg/kg por via intramuscular (MASSONE, 2003). Incisão mediana de 1,5 cm de comprimento na pele e tela celular subcutânea no dorso do animal abaixo da última costela e duas incisões laterais foram realizadas, e os ovários foram expostos e removidos.

Ao final do período de treinamento, os animais foram sacrificados através de administração de dose excessiva de anestésico e foram coletados os fêmures de cada animal. Imagens digitais dos fêmures foram obtidas através do uso de sensor e placa óptica (ao invés de filme radiográfico) do sistema Digora, e as imagens foram processadas em software para a análise densitométrica pela densidade radiográfica, isto é, pela medida da radiopacidade através de seus níveis de cinza, delimitando-se para a análise um quadrado com tamanho de 23x23 pixels e utilizando-se o valor da densidade média para a análise estatística (SILVA et al, 2007; DUTRA et al, 2007). A área demarcada para análise foi o triângulo de Ward.

Foram coletadas amostras de sangue para realização de dosagens dos níveis séricos de cálcio e fósforo. Também foi coletada a urina nas 24 horas antes do sacrifício para dosagem de cálcio. As dosagens foram realizadas por método enzimático colorimétrico utilizando reagentes de Kits LABTEST.

Análise estatística descritiva dos valores obtidos foi realizada utilizando-se o teste t, e a análise de variância de uma via (ANOVA), seguida de pós-teste de Tukey para comparação entre grupos. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

Os procedimentos relacionados ao modelo experimental foram realizados segundo as normas preconizadas pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), e o projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Piauí.

Resultados

O peso corporal médio dos animais dos diferentes grupos foi semelhante no início do período de treinamento, e também não apresentou diferença estatisticamente significativa ao final do período de acompanhamento de 12 semanas. Contudo, as ratas ooforectomizadas do grupo O apresentaram ganho de peso corporal significativamente maior que as do grupo C (figura 1).

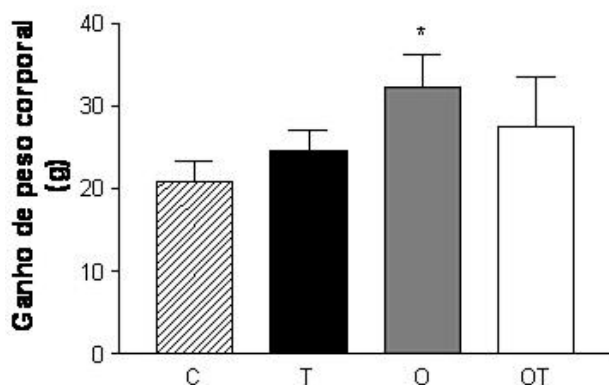


Figura 1. Ganho de peso corporal dos animais dos grupos controle sedentário (C) e treinado (CT) e ooforectomizadas sedentárias (O) e treinadas (OT) ao final do período de 12 semanas de treinamento físico de força.* teste t, $p < 0,02$ em relação ao grupo C

Os resultados da densidade óssea do colo dos fêmures, medidos pela análise radiológica utilizando o Digora para caracterizar o estado metabólico em que se encontrava o tecido ósseo dos animais experimentais são apresentados na tabela 1. Observou-se que os animais do grupo OT apresentaram diminuição estatisticamente significativa de densidade óssea quando comparados com aqueles do grupo C, demonstrando, assim que nos animais com hipoestrogenismo submetidos a treinamento físico houve desenvolvimento de osteoporose.

Tabela 1 - 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 (C), de ratas submetidas a treinamento físico de força durante 12 semanas.

Grupo	Densidade óssea (Urd) (média \pm EPM)	Variação (%) em relação ao grupo C
C (n=10)	205,4 \pm 3,01	-
CT (n=10)	197,2 \pm 2,14	-3,99
O (n=8)	200,8 \pm 3,15	-2,24
OT (n=9)	186,2 \pm 3,38*	-9,35

Não foram observadas alterações significativas nos níveis de cálcio e urinário em relação ao grupo controle, enquanto os níveis de fósforo sérico foram significativamente menores nos grupos O ($p < 0,01$) e OT ($p < 0,05$) em relação ao grupo C (tabela 2).

Tabela 2. Níveis séricos de cálcio e fósforo, e níveis de cálcio urinário nos animais dos grupos controle sedentários (C) e treinados (CT) e ooforectomizadas sedentárias (O) e treinadas (OT).

Grupo	Cálcio sérico (mg/dL) (média \pm EPM)	Cálcio urinário (mg/dL) (média \pm EPM)	Fósforo sérico (mg/dL) (média \pm EPM)
C (n= 8 a 10)	9,61 \pm 0,17	14,40 \pm 0,83	6,70 \pm 0,28
CT (n= 9 a10)	10,04 \pm 0,31	14,50 \pm 0,48	5,49 \pm 0,43
O (n= 5 a 9)	9,61 \pm 0,52	11,17 \pm 3,01	4,34 \pm 0,46 ^a
OT (n= 7)	9,28 \pm 0,78	12,42 \pm 0,62	4,81 \pm 0,50 ^b

ANOVA seguida de Teste de Tukey - ^a $p < 0,01$ O em relação ao grupo C; ^b $p < 0,05$ OT em relação ao grupo C.

Discussão

Ratas ovariectomizadas têm sido utilizadas como modelo animal para estudos de osteoporose devido a seu pequeno tamanho, facilidade de manipulação e por possuírem

muitas características semelhantes às de humanos no que se refere ao tecido ósseo (TEÓFILO et al, 2003; PINTO et al, 2006). A semelhança filogenética do rato com o ser humano transforma-o em animal de eleição para estudos que envolvam as gônadas, pois sua atividade endócrina e o efeito dos hormônios sobre o corpo, sobretudo nos tecidos alvo, tais como os ossos, dependem dessa ação endócrina (THORNDIKE; TURNER, 1998). Além disso, do mesmo modo que a mulher após a menopausa, a rata desenvolve osteopenia após ovariectomia, fornecendo dados semelhantes aos observados no esqueleto adulto pós-menopáusicos (MELLO; GOMIDE, 2005).

A atividade física tem sido considerada importante para prevenção e tratamento da osteoporose e, apesar de não haver dúvidas quanto aos benefícios do exercício para a saúde, de uma forma geral, não existem evidências de que o exercício isoladamente possa afastar os efeitos negativos do hipoestrogenismo (PINTO NETO et al, 2002). Neste estudo, os efeitos de exercícios de força de alta intensidade foram avaliados em animais submetidos ao treinamento físico a partir de 40 dias após a ooforectomia, uma vez que, segundo Carvalho (2001), a indução da osteopenia em ratas maduras pela ovariectomia necessita de um período de repouso de no mínimo 30 dias. A duração de doze semanas do programa de treinamento até a eutanásia dos animais levou em consideração que o tempo de realização dos exercícios e a aplicação gradual da sobrecarga seriam suficientes para obter prováveis efeitos positivos nas estruturas ósseas afetadas pela osteopenia.

Observou-se que as ratas ooforectomizadas não submetidas a treinamento físico de força apresentaram maior ganho de peso que as não ooforectomizadas do grupo controle não treinadas. Tais achados corroboram com dados descritos na literatura de que a ooforectomia produz aumento do ganho de peso (VASCONCELLOS et al, 2005), tendo em vista que o estrogênio aumenta o consumo energético e, como consequência, diminui o peso corporal, e deste modo em animais com supressão estrogênica, o consumo de energia será menor e os animais terão aumento ponderal. Contudo, os animais dos grupos treinados não apresentaram ganho de peso estatisticamente diferente do grupo controle não treinado.

A medida de densidade óssea revelou perda significativa de massa óssea no grupo de fêmeas ooforectomizadas treinadas e variação, ainda que não significativa, nas ratas treinadas do grupo controle e nas ooforectomizadas não treinadas. Tal resultado analisado conjuntamente com o fato de que, também em relação ao ganho de peso, as fêmeas ooforectomizadas submetidas ao programa de treinamento apresentaram tendência a menor ganho de peso em relação às ooforectomizadas não treinadas, apontam para provável excesso de volume de treinamento. Além disso, segundo Silva (2003), alguns fatores devem ser observados além da atividade física para que se possa alcançar um resultado satisfatório em termos de ganho de massa óssea, tais como: nutrição, funcionamento hormonal e hereditariedade, onde a ausência de algum destes poderia comprometer o resultado final esperado pelo treinamento.

No que diz respeito à avaliação da densidade óssea, o sistema Digora aqui utilizado é um sistema relativamente novo utilizado para a análise de densidade radiográfica dentária, que oferece condições para a interpretação radiográfica da densidade das áreas teste (TAVANO et al, 1999), e que se enquadrou nas medidas dos fêmures dos ratos. Destaca-se, contudo, que a realização combinada de um estudo histomorfométrico provavelmente poderia permitir análise mais adequada das alterações ósseas nos animais dos diferentes grupos.

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 do desempenho físico nas atividades da vida diária, e como consequência, proporcionando melhor qualidade de vida 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.

Quanto aos efeitos de exercícios aeróbicos, recentemente Abrahão et al (2006) demonstraram que o exercício aeróbico realizado cinco dias da semana durante 30 minutos por nove semanas não foi suficiente para corrigir alterações biomecânicas do tecido ósseo provocadas pela ovariectomia em ratas.

Os níveis de cálcio e fósforo aqui avaliados não apresentaram diferenças. Tais resultados são concordantes com aqueles obtidos por Tenório et al (2005) em um estudo avaliando a concentração sérica de cálcio em camundongos ovariectomizadas submetidas ao treinamento físico. Nesse sentido, estudos realizados por Cecchetti *et al* (1995, citado por CADORE et al 2005) também não encontraram diferenças significativas nos níveis séricos de cálcio ou fósforo durante o tratamento da osteoporose de mulheres na pós-menopausa. Destaca-se que os mesmos não se constituem em marcadores com sensibilidade e especificidade para utilização clínica.

Uma das razões que poderia ser justificar a ausência de alteração dos níveis séricos de cálcio neste estudo seria o fato de que o cálcio possui um mecanismo de regulação fisiológica que estreita os limites do seu nível plasmático, não permitindo variações além de 2,4 mmol/L, onde qualquer tendência de alteração da concentração plasmática deste íon é corrigida dentro de minutos a horas, em grande parte pela ação do paratormônio, de modo que os níveis séricos de cálcio e fósforo devem ser avaliados conjuntamente, visto que as concentrações de um influenciam diretamente as do outro (GUYTON; HALL, 2002).

A dosagem de cálcio em urina de 24 horas é utilizada para avaliação da excreção renal de cálcio, sendo que tais medidas de excreção urinária de cálcio sofrem grande influência da dieta, função renal e dos hormônios reguladores do cálcio, de modo que embora muito utilizada, sua interpretação exige cautela, pois as variações individuais são muito elevadas (SARAIVA; CASTRO, 2002).

Adicionalmente, destaca-se que outros parâmetros bioquímicos constituem-se em marcadores mais específicos do metabolismo ósseo. Nesse sentido, a osteocalcina sérica intacta e a fosfatase alcalina óssea representam melhor o processo de formação óssea, enquanto as piridinolinas e fragmentos telopeptídeos carboxi e amino-terminais do colágeno tipo I refletem melhor a reabsorção óssea, e vêm sendo utilizados na avaliação da resposta ao tratamento de osteoporose, sendo a queda de valores basais dos marcadores de reabsorção óssea correlacionada com o ganho de massa óssea obtido após tratamento com anti-reabsortivos (SARAIVA; CASTRO, 2002). Tais marcadores poderiam representar um meio possivelmente mais dinâmico de avaliação dos efeitos do exercício físico no metabolismo ósseo, tendo em vista que a maior concentração dos marcadores de formação óssea pode sugerir uma efetividade de treino ainda não traduzida por valores densitométricos (CADORE et al, 2005).

Vários estudos destacam os benefícios da atividade física sobre o tecido ósseo, tanto na prevenção quanto no tratamento da osteoporose, apesar de existirem contradições em alguns resultados (OCARINO; SERAKIDES, 2006). Neste estudo, contudo, não foi possível constatar tal fato, especulando-se que o excesso de atividade física poderia ter contribuído para um efeito de descalcificação óssea, uma vez que apesar do exercício ter um papel relevante na remodelação óssea, ainda não está claro quais tipos de atividades, intensidade das mesmas, duração e frequência dos exercícios são capazes de proporcionar uma influência positiva na densidade mineral óssea (CARVALHO, 2001), e ainda o fato de que os mecanismos através dos quais a atividade física estimula o aumento de massa óssea ainda precisam ser mais bem elucidados (OCARINO; SERAKIDES, 2006).

Outros fatores que poderiam ter se somado para interferir no efeito esperado do treinamento físico sobre a massa óssea no estudo realizado incluem: 1. nutrição insuficiente pela não utilização de suplementos protéicos nos animais submetidos ao treinamento, impedindo e/ou dificultando a formação da matriz protéica do osso ou aumentando a reabsorção óssea pelo aumento do catabolismo; 2. não atendimento das necessidades de vitamina C com a utilização de dieta padrão de ratos sem utilização de suplementação, visto

que esta vitamina ajuda na formação de osteóides pelos osteoblastos; e 3. a falta de secreção do estrogênio para exercer efeito estimulante sobre a atividade dos osteoblastos.

O programa de treinamento físico com a carga, intensidade e duração aqui utilizados não produziu proteção sobre a perda de massa óssea em animais ooforectomizados nem aumento na massa óssea de animais intactos. 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 mais bem esclarecidos, além da necessidade de utilização de métodos de análise mais adequados que corroborem para a obtenção de resultados mais fidedignos.

Palavras-chave: ooforectomia, osteoporose, treinamento físico.

Referências

- ABRAHÃO, G. S.; SHIMANO, A. C.; PICADO, C. H. Ação da atividade física sobre as propriedades mecânicas dos fêmures e tíbias de ratas osteopênicas. **Acta Ortop Bras**, v. 14, n. 5, 2006.
- 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.
- CADORE, E. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Efeitos da atividade física na densidade mineral óssea e na remodelação do tecido ósseo **Rev Bras Med Esporte**, v. 11, n. 6, p. 373-379, nov/dez, 2005.
- 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.; ARAÚJO, F. B. Avaliação da densidade óptica da superfície oclusal através de radiografias digitalizadas e sua relação com a presença de lesões de cárie 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.
- GUYTON, A. C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- 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.
- MASSONE, F. **Anestesiologia veterinária: farmacologia e técnicas**. 3.ed. Rio de Janeiro; Guanabara Koogan, 2003. 344 p.
- MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Osteoporose e atividade física. **Revista brasileira de Ciência do Movimento**, v. 5, n. 3, p. 33-55, 1991.
- 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.
- NORDIN, M.; FRANKEL, V. H. **Biomecânica básica do sistema musculoesquelético**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap. 2, p. 24-49. 2003.

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.

PINTO, A. S.; OLIVEIRA, T. T.; DEL CARLO, R. J.; NAGEM, T. J.; FONSECA, C. C.; MORAES, G. H. K.; FERREIRA JÚNIOR, D. B. E CARDOSO, C. A. Efeitos de tratamento combinado de alendronato de sódio, atorvastatina cálcia e ipriflavona na osteoporose induzida com dexametasona em ratas. **Rev Bras Ciênc Farmac**, v. 2, n. 1; p. 99-107, jan/mar, 2006.

PINTO NETO, A. M.; SOARES, A.; URBANETZ, A. Consenso Brasileiro de Osteoporose 2002. **Rev Bras Reumatol**, v. 42, n. 6, p. 343-354, 2002.

RASO, V. Exercícios com pesos para pessoas idosas: experiência do Celafiscs. **Rev. Bras. Ciênc. Mov.** Brasília, v. 8, n. 2, p. 41-49, mar, 2000.

SARAIVA, G. L.; CASTRO, M. L. Marcadores bioquímicos da remodelação óssea na prática clínica. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 46, n. 3, dez/jan, 2002.

SILVA, A. R. 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. **Rev 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.

SILVA, P. R. C. O treinamento de força como prevenção da osteoporose. **Rev. Digital Vida e Saúde**, v. 2, n. 3, jul/ago, 2003.

TAVANO, O.; PAVAN, A. J.; SILVA, M. J. A.; 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.

TENÓRIO, A. S.; ALVES, S. B.; BEZERRA, A. L.; SOUZA, G. M. L.; CATANHO, M. T. J. A.; TASHIRO, T.; GALINDO, L.; MORAES, C. M.; ARRUDA, S. R. Efeito do treinamento físico sobre o tecido ósseo e a concentração sérica de cálcio em camundongos fêmeas ovariectomizadas. **Acta Cir. Bras.** [online]. vol.20, n.4, p. 280-283, 2005.

TEÓFILO, J.M.; AZEVEDO, A.C.B.; PETENUSCI, S.O.; MAZARO, R.; LAMANO-CARVALHO, T. L. Comparison between two experimental protocols to promote osteoporosis in the maxilla and proximal tibia of female rats. **Pesqui Odontol Bras**, v. 17, n. 4, p. 302-306, 2003.

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.

VASCONCELLOS, L. S.; SABINO, K. R.; PETROIANU, A. Relação entre ooforectomia e peso em modelo experimental. **Rev. Col. Bras. Cir.** v. 32, n.3, p. 132-5, 2005.

ZANETTE, E.; STRINGARI, F. F.; MACHADO, F.; MARRONI, B. J.; NG, D.P.K.; CANANI, L. H. Avaliação do diagnóstico densitométrico de osteoporose/osteopenia conforma sítio ósseo. **Arq Bras Endocrinol Metab.** Vol. 47, n. 1, p. 29-25, São Paulo, fev, 2003.

MARIA DO CARMO DE CARVALHO E MARTINS

Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, blocos 8, Departamento de Biofísica e Fisiologia

Universidade Federal do Piauí

e-mail institucional: mccm@yahoo.com.br

e-mail pessoal: carminhacmartins@yahoo.com.br