

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

Érika Soares Martins

Francine Bezerra de Menezes Veiga

Michelle Regina Paulin

**Consumo de água gaseificada: efeito sobre a  
arquitetura óssea em grupos de ratos.**

**Bauru - SP  
2005**

Érika Soares Martins  
Francine Bezerra de Menezes Veiga  
Michelle Regina Paulin

Consumo de água gaseificada: efeito sobre a  
arquitetura óssea em grupos de ratos.

Monografia apresentada à Pró-  
Reitoria de Pesquisa e Pós-  
Graduação da Universidade do  
Sagrado Coração como pré-  
requisito para obtenção da  
graduação em Fisioterapia.  
Orientador: Prof. José Roberto  
F. Santiago

Bauru - SP  
2005

***Epígrafe***



*Agradecimentos*



## SUMÁRIO

---

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| LISTA DE FIGURAS .....         | 9  |
| RESUMO .....                   | 11 |
| ABSTRACT .....                 | 13 |
| INTRODUÇÃO .....               | 15 |
| OBJETIVO .....                 | 20 |
| METODOLOGIA .....              | 22 |
| RESULTADOS .....               | 29 |
| DISCUSSÃO .....                | 36 |
| CONCLUSÃO .....                | 42 |
| REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA ..... | 44 |

LISTA DE FIGURAS

---

|  |    |
|--|----|
| Figura1.Procedimentos cirúrgicos: (a) rato anestesiado (b);<br>posicionado em decúbito dorsal; (c) incisão<br>longitudinal do tegumento de revestimento da<br>região esternal; (d) abertura do tórax; (e) punção<br>cardíaca; (f) dissecação do tecido mole que recobre<br>o fêmur; (g) remoção do fêmur. .... | 25 |
| Figura2.Medida do comprimento final dos ossos fêmures...   | 26 |
| Figura3.Ilustração do teste de carga de três pontos.....   | 27 |
| Figura4.Média, desvio padrão e número de observações da<br>resistência flexional, em kgf, de cada grupo de<br>proles. ....   | 30 |
| Figura5.Comparações entre proles obtidas através do teste<br>ANOVA e de Tukey, com nível de significância de<br>5,0%, sobre a resistência flexional de cada grupo.<br>.....  | 30 |
| Figura6.Comparação entre as médias da resistência flexional<br>(kgf) dos fêmures de ratos das proles<br>investigadas. $A=B<C=D$ $p<0,05$ .....   | 31 |
| Figura7.Média, desvio padrão e número de observações do<br>cálcio sérico, em mmol/dl, de cada grupo de<br>proles. ....   | 32 |
| Figura8.Comparações entre proles obtidas através do teste<br>ANOVA e de Tukey, com nível de significância de<br>5,0%, sobre o cálcio sérico de cada grupo. ....  | 32 |
| Figura9.Comparação entre as médias do cálcio sérico<br>(mmol/dl) do sangue de ratos das proles<br>investigadas. $A<B=C<D$ $p<0,05$ .....   | 33 |
| Figura10.Média, desvio padrão e número de observações da<br>fosfatase alcalina, em mg/dl, de cada grupo de<br>proles. ....   | 34 |
| Figura11.Comparações entre proles obtidas através do teste<br>ANOVA e de Tukey, com nível de significância de<br>5,0%, sobre a fosfatase alcalina de cada grupo. ....  | 34 |
| Figura12.Comparação entre as médias da fosfatase alcalina<br>sérica (mg/dl) do sangue de ratos das proles<br>investigadas. $A=B>C=D$ $p<0,05$ .....  | 35 |

RESUMO

**Proposta:** Estando a força mecânica do osso reduzida, existe uma maior probabilidade de fraturas, ocasionadas principalmente nos ossos submetidos a grandes forças tencionais. Em virtude do aumento progressivo da utilização de bebidas gaseificadas e do alto índice de fraturas na população o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da água gaseificada sobre a arquitetura óssea em grupos de ratos jovens, tendo como parâmetros a análise da resistência a força mecânica de tensão aplicada sobre o fêmur e dosagens laboratoriais séricas de cálcio e fosfatase alcalina. **Métodos:** Foram constituídos 4 grupos de ratos acompanhados por 60 dias após lactação e definidos como Grupo-I(prole A); foi oferecido água gaseificada industrializada, inclusive no período de gestação e lactência as ratas nutrizes, ao Grupo-II(prole-B), água gaseificada industrializada pós lactência, ao Grupo-III(prole-C) água não gaseificada industrializada e ao Grupo-IV(prole-D), água não gaseificada da torneira. A média, desvio padrão e número de observações dos resultados da resistência flexional de cada espécime (osso fêmur), assim como do cálcio e da fosfatase alcalina foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) enquanto que as comparações individuais obtidas para cálculo da diferença mínima significativa foi através do Teste de Tukey, com significância de 5,0%. **Resultados:** Os resultados mostraram que os animais submetidos ao tratamento com água gaseificada (Grupos A e B), apresentaram redução significativa da resistência mecânica femoral ( $p < 0,05$ ) e aumento significativo da fosfatase alcalina sérica ( $p < 0,05$ ). No grupo A, onde as ratas nutrizes também se utilizaram de água gaseificada, a redução do nível do cálcio sérico foi significativa ( $p < 0,05$ ). **Conclusão:** Os autores deste estudo concluíram que a utilização da água gaseificada favorece o desequilíbrio da arquitetura óssea sendo elemento facilitador de fraturas.

**Palavras-Chave:** Água gaseificada. Refrigerantes. Fratura. Osso. Ratos.

ABSTRACT

**Title:** Gasified water consumption: effects on the bony architectures in rats groups.

**Purpose:** Being the reduced bone mechanical force, there is a larger fractures probability, caused mostly in the submitted bones the big forces impact. In view of the utilization progressive increase of soft-drinks and of the fractures high index in the population the present work had as objective to study effects gasified water on the bony architecture in young rats groups, having how parameters the resistance analysis the tension mechanical force applied about the femur and rate dosages of calcium and alkaline fosfatate. **Methods:** They were going constituted 4 rats groups accompanied for 60 days after lactating. To the GroupI(A) was going offered industrialized gasified water, besides gasified water in the gestation and lactating period, to the GroupII(B), gasified water industrialized post lactating, to the GroupIII(C) industrialized not gasified water and to the GroupIV(D), not gasified water of the faucet. The average, observations standard deviation and number of the results of resistance impact of each specimen (bone femur), as well as of the calcium and of alkaline fosfatate were going submitted the Variance Analysis (ANOVA) while the individual comparisons obtained for significant minimum difference calculation was through Tukey's Test (5,00%). **Results:** The results showed that the submitted animals to the treatment with gasified water (Groups A and B), presented femoral mechanical resistance significant reduction ( $p < 0,05$ ) and alkaline fosfatate significant increase ( $p < 0,05$ ). In the group A, where the failures also used of gasified water, the calcium level reduction was significant ( $p < 0,05$ ) **Conclusion:** The authors of this study concluded that the gasified water utilization favors the bony architecture unbalance being fractures facilitative element.

**Key Words:** Gasified water. Soft-drinks. Fracture. Bone. Rat.

INTRODUÇÃO

Estando a força mecânica do osso reduzida, existe uma maior probabilidade de fraturas, ocasionadas principalmente nos ossos submetidos a grandes forças tencionais. As principais formas de detecção da redução desta força mecânica do osso são através de exames laboratoriais, radiográficos e densitométricos<sup>1</sup>, porém em estudos experimentais isto é possível diretamente através de aparelhos específicos.

Existem vários fatores operantes na causa da diminuição da força mecânica do osso, dentre eles pode-se citar: alterações endócrinas, maior incidência nas raças branca e amarela, o sexo feminino principalmente após a menopausa, deficiência de cálcio, vitaminas A, C e D, tabagismo, certos medicamentos utilizados por tempo prolongado, sedentarismo, gravidez e lactação, imobilização, doenças congênitas como osteogênese imperfeita e a doença de Gaucher e doenças em condições específicas como insuficiência renal, artrite reumatóide, doença hepática, doença pulmonar crônica e pós-gastrectomias<sup>2</sup>.

A osteoporose é uma das principais causas da redução da força mecânica do osso, é um grave problema de saúde pública e no Brasil cerca de 8 milhões de mulheres são atingidas pela doença, sendo que 2 milhões delas terão fraturas em alguma parte do corpo<sup>3</sup>. Nos Estados Unidos a

---

osteoporose está relacionada diretamente com os altos índices de fraturas<sup>4</sup>.

O tratamento aceito como adequado em vigência de uma redução da força mecânica dos ossos baseia-se em uma alimentação balanceada às necessidades metabólicas da reconstrução óssea, tratamento da causa básica e exercícios físicos dirigidos<sup>3</sup>. Uma das causas que levam a não adaptação do tratamento é a falta de orientação nutricional e hábitos erroneamente adquiridos. Estudos europeus e americanos apontam como grandes responsáveis pelo aumento de incidência de fraturas ósseas nas últimas décadas, às dietas industrializadas ricas em fosfatos, carboidratos e altas taxas de gordura, que não favorecem o adequado metabolismo ósseo<sup>5, 6</sup>.

As bebidas gaseificadas são produtos difundidos em todas as classes sociais e em todas as idades, enraizados nos hábitos alimentares da população geral. Isto pode ser comprovado em uma pesquisa realizada na Cidade do México onde se chegou à conclusão que 82,3% da população fazia uso de refrigerantes diariamente e a média da quantidade de bebida gasosa ingerida estava na ordem de 0,6 litro/dia e 3,5 litros/semana, independente do nível educacional<sup>7</sup>, e além disto, o teor de fosfato em alguns tipos de refrigerantes

interferiam no balanço de cálcio e fósforo, importantes no processo da osteogênese<sup>8</sup>.

O Brasil com a produção de 11,5 bilhões de litros ao ano de refrigerantes em 2002 ocupou o 3º lugar no mundo com um faturamento médio anual de R\$ 12 bilhões, sendo superado pelos Estados Unidos e México. O consumo nacional quintuplicou de 1992 à 2002, chegando a 69 litros por habitante/ano em 2002, neste caso superado pelos Estados Unidos, México e Alemanha, ocupando a quarta colocação mundial<sup>9</sup>.

Por serem bebidas ácidas, os riscos e danos relacionados com o consumo de refrigerantes são muitos como: desordens dentais, alterações do metabolismo mineral, doença ácida péptica, dentre outros<sup>8,10</sup>.

Algumas marcas de refrigerantes que contém cafeína, quando ingeridos indiscriminadamente podem causar distúrbios cardíacos, insônia e reações alérgicas. As grandes quantidades de outros aditivos associadas a essas bebidas levam seus consumidores a uma maior probabilidade de adquirir câncer<sup>11</sup>.

Um dos fatores responsáveis pela acidez dos refrigerantes é o gás carbônico adicionado aos mesmos, este interfere no metabolismo dos carboidratos e dos lipídios,

como é o caso da acetil CoA carboxilase e do piruvato carboxilase, que tem no gás carbônico um dos substratos<sup>12</sup>.

O levantamento bibliográfico dos últimos 10 anos não dispõe de informações sobre os efeitos do gás carbônico no metabolismo ósseo mineral, porém existem dados suficientes em vários trabalhos que responsabilizam as bebidas gaseificadas como causadores de osteoporose e elementos facilitadores de fraturas ósseas<sup>13, 14</sup>.

Em vista destes fatores planejou-se um estudo experimental dos efeitos da água gaseificada sob as condições da força mecânica do osso. A escolha da água gaseificada se deve ao fato de que todos os refrigerantes têm no gás carbônico um fator em comum, além do que, investigador algum chegou a associar o uso de água gaseificada com alterações da força mecânica dos ossos.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da água gaseificada sobre a arquitetura óssea em grupos de ratos jovens lactentes e não lactentes, tendo como parâmetros a análise da resistência a força mecânica de tensão aplicada sobre o fêmur e dosagens laboratoriais séricas de cálcio e fosfatase alcalina.

METODOLOGIA

---

A proposta do presente trabalho foi avaliar o efeito da ingestão de água com gás sobre as propriedades biomecânicas de ossos fêmures de ratos jovens (*Rattus norvegicus, albinus*).

Oito ratas adultas de três meses de idade foram selecionadas aleatoriamente de um grupo de quarenta e oito, pesando em média 250 g, divididos em quatro grupos contendo dois animais cada, relacionados com a forma de ingestão de água administrado (SEM GÁS ou COM GÁS), descritos a seguir:

Grupo I (n=2) Alimentação À VONTADE e água COM GÁS (industrial)•

Grupo II (n=2) Alimentação À VONTADE e água SEM GÁS (industrial)

Grupo III (n=2) Alimentação À VONTADE e água SEM GÁS (industrial)

Grupo IV (n=2) Alimentação À VONTADE e água SEM GÁS (torneira)

Após quatro semanas mantidos sob as condições expostas, todas as ratas foram acasaladas e mantidas sob as mesmas condições durante o período de gesta (3 semanas) e lactência (3 semanas). A prole oriunda dos grupos estipulados foram classificadas como descrito a seguir:

---

• Ração da marca Labina (Purina) adequada para ratos e camundongos.

Água gaseificada e não gaseificada de uma mesma marca e de um mesmo lote de fabricação.

---

Pós lactência ( 60 dias)

Grupo I (prole A n=10) Alimentação À VONTADE e água COM GÁS (industrial)

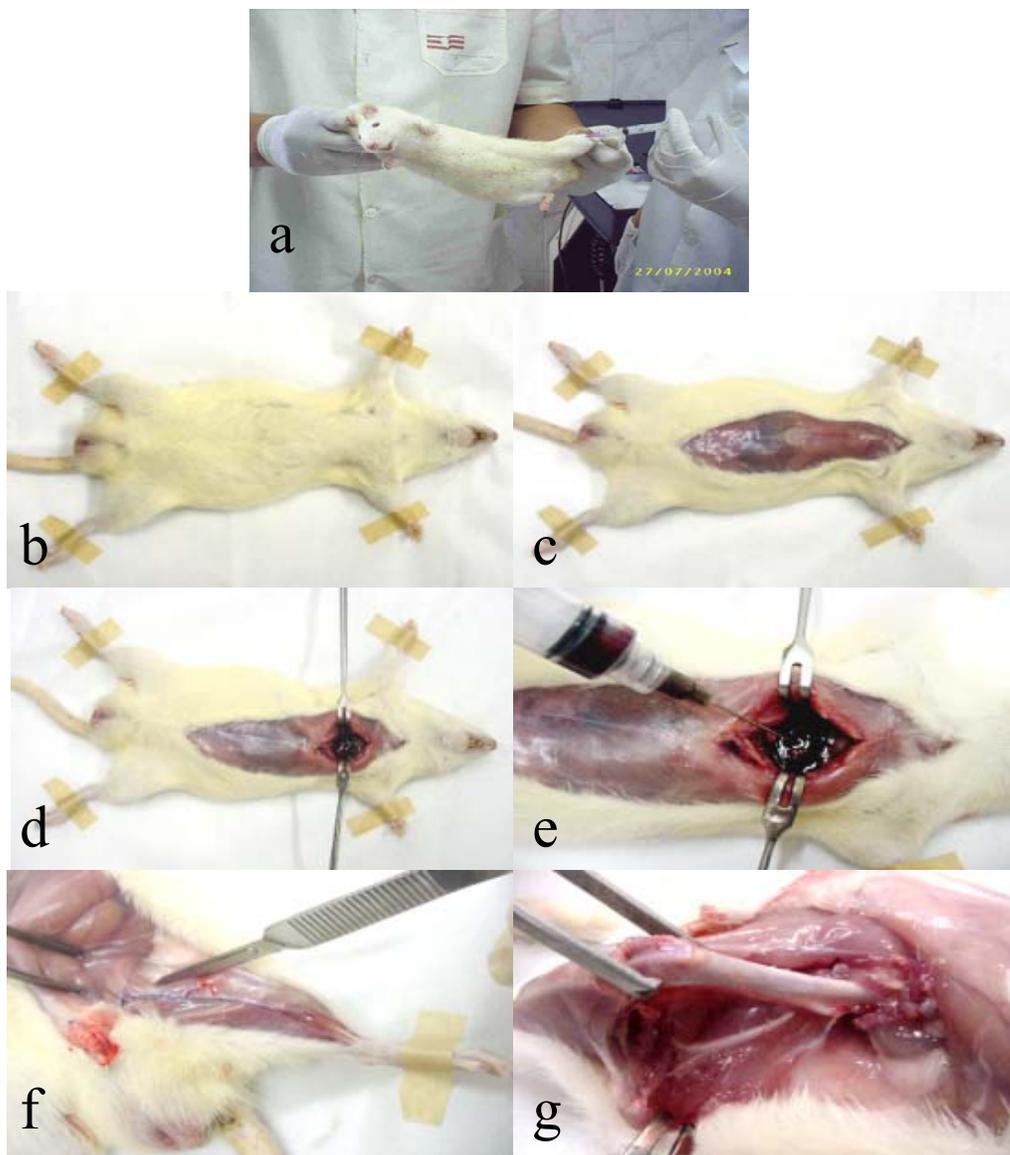
Grupo II (prole B n=10) Alimentação À VONTADE e água COM GÁS (industrial)

Grupo III (prole C n=9) Alimentação À VONTADE e água SEM GÁS (industrial)

Grupo IV (prole D n=8) Alimentação À VONTADE e água SEM GÁS (torneira)

Os ratos dos grupos da prole A, B, C e D foram escolhidos aleatoriamente 60 dias pós lactência e anestesiados com xilazina e quetamina na dose de 3mg/kg via intramuscular na região femoral lateral, com agulhas de 25 x 5mm. Após a aplicação do anestésico, o rato foi posicionado em decúbito dorsal e as patas presas com uma fita na posição de abdução (Fig.1a e 1b), posteriormente com um bisturi seccionou-se a região esternal do rato desde o manúbrio até o processo xifóide (Fig.1c). Em seguida, realizou-se a punção cardíaca<sup>16</sup>(Fig.1d), com uma seringa de 3ml e agulha de 25 x 5mm (Fig.1e), induzindo a eutanásia por meio de hemorragia aguda, sendo o sangue destinado à exames laboratoriais. Com um novo bisturi dissecou-se a parte mole da região perifemoral direita e esquerda (Fig.1f), até a completa exposição do mesmo que foi seccionado com o bisturi na zona de cartilagem das epífises proximal e distal (Fig.1g), sendo

acondicionado em recipientes de vidros contendo formalina neutra a 10% em tampão fostato.



Figural.Procedimentos cirúrgicos: (a) rato anestesiado (b); posicionado em decúbito dorsal; (c) incisão longitudinal do tegumento de revestimento da região esternal; (d) abertura do tórax; (e) punção cardíaca; (f) dissecção do tecido mole que recobre o fêmur; (g) remoção do fêmur.

Cada osso fêmur teve suas extremidades cortadas de modo que o comprimento final fosse de 25,0 mm (Figura 2). Os ossos foram limpos e armazenados em uma solução até que fossem testados.

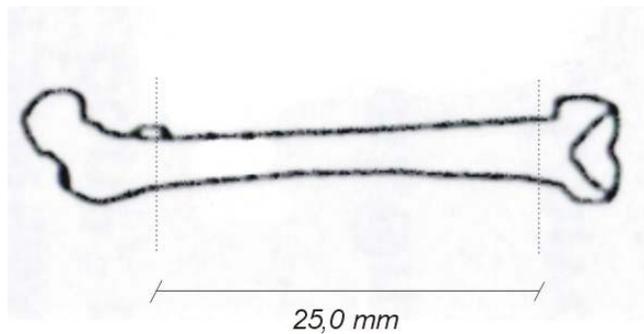


Figura2. Medida do comprimento final dos ossos fêmures.

O ensaio mecânico para registro da resistência flexional foi realizado através de um teste de carga de três pontos. Os testes foram executados através de uma máquina universal de ensaios Kratos® (Kratos-Dinamômetros Ltda. São Paulo - SP) onde foram seguidos parâmetros estabelecidos por Giavaresi e colaboradores (1999)<sup>15</sup>.

Cada osso foi posicionado sobre uma base metálica contendo duas hastas suspensas com 2,0 mm de diâmetro, dispostas paralelamente entre si e distantes 20,0 mm entre seus centros. Um outro artefato rosqueado a célula de carga da mesma forma em aço temperado, contendo também uma haste com 2,0 mm de diâmetro, foi posicionado no centro de cada

osso fêmur, paralelamente e eqüidistante das outras duas hastes localizadas na base metálica (Figura 3).

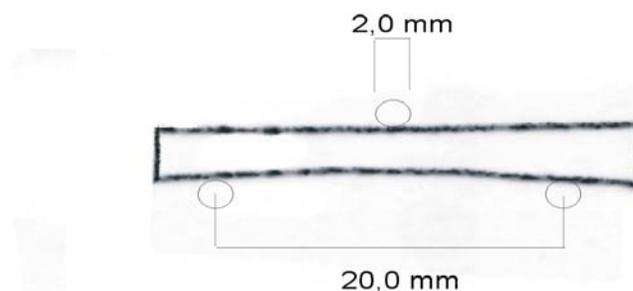


Figura3. Ilustração do teste de carga de três pontos.

O teste foi executado com o auxílio de uma célula de carga de 100 kgf, sendo que a máquina foi configurada para exercer uma pré-carga inicial de 0,50 kgf para estabilização do osso apoiado sobre as hastes. A velocidade do cabeçote foi constante em 1,0 mm/min.

Os fêmures foram submetidos à carga compressiva até a fratura. O valor de carga máxima, em kgf, obtido em cada amostra, foi registrado e impresso juntamente com o seu respectivo gráfico, através de um programa de computador próprio da máquina Kratos®.

O sangue obtido foi coletado em tubos heparinizados, identificados individualmente por animal para dosagens bioquímicas de cálcio e fosfatase alcalina sérica,

seguindo os procedimentos do Manual de Técnicas: Reagentes para Laboratórios de Análises Clínicas, Instrumentos Automáticos Bioquímicos Wiener Lab. Agosto/98.

A média, desvio padrão e número de observações dos resultados da resistência flexional de cada espécime (osso fêmur), assim como do cálcio e da fosfatase alcalina foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) enquanto que as comparações individuais obtidas para cálculo da diferença mínima significativa foi através do Teste de Tukey, com significância de 5,0%<sup>17</sup>.

RESULTADOS

A média, desvio padrão e número de observações dos resultados da resistência flexional de cada espécime (osso fêmur) são ilustrados na Figura 4, enquanto que as comparações obtidas entre as proles pela Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, com significância de 5,0%, estão exibidas na Figura 5 com ilustração gráfica entre as médias na Figura 6.

| <b>Prole</b> | <b>Média</b> | <b>Desvio padrão</b> | <b>Número de fêmures</b> |
|--------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| A            | 3,74         | 0,89                 | 20                       |
| B            | 3,71         | 0,87                 | 19                       |
| C            | 8,68         | 2,31                 | 17                       |
| D            | 9,87         | 1,91                 | 16                       |

Figura4.Média, desvio padrão e número de observações da resistência flexional, em kgf, de cada grupo de proles.

| <b>Comparação entre proles</b> | <b>"F"</b> | <b>Interpretação</b> |
|--------------------------------|------------|----------------------|
| A=B                            | -          | não significativa    |
| A<C                            | 74,43      | significante         |
| A<D                            | 74,43      | significante         |
| B<C                            | 74,43      | significante         |
| B<D                            | 74,43      | significante         |
| C=D                            | -          | não significativa    |

Figura5.Comparações entre proles obtidas através do teste ANOVA e de Tukey, com nível de significância de 5,0%, sobre a resistência flexional de cada grupo.

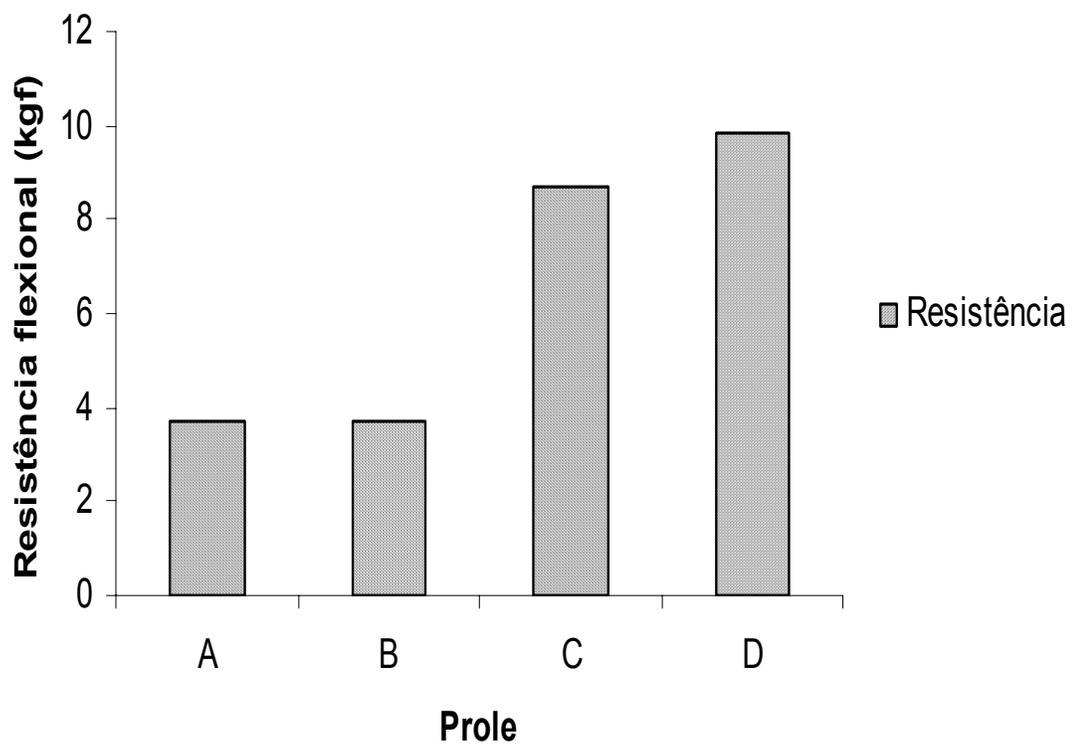


Figura6. Comparação entre as médias da resistência flexional (kgf) dos fêmures de ratos das proles investigadas.  $A=B<C=D$   $p<0,05$

A média, desvio padrão e número de observações dos resultados do cálcio sérico de cada prole (sangue) são ilustrados na Figura 7, enquanto que as comparações obtidas entre as proles pela Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, com significância de 5,0%, estão exibidas na Figura 8 com ilustração gráfica entre as médias na Figura 9.

| <b>Prole</b> | <b>Média</b> | <b>Desvio padrão</b> | <b>Número de animais</b> |
|--------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| A            | 6,71         | 1,28                 | 10                       |
| B            | 7,98         | 0,89                 | 10                       |
| C            | 8,04         | 0,79                 | 9                        |
| D            | 8,86         | 1,02                 | 8                        |

Figura7.Média, desvio padrão e número de observações do cálcio sérico, em milimol por decilitros (mmol/dl), de cada grupo de proles.

| <b>Comparação entre proles</b> | <b>"F"</b> | <b>Interpretação</b> |
|--------------------------------|------------|----------------------|
| A<B                            | 12,64      | significante         |
| A<C                            | 12,64      | significante         |
| A<D                            | 12,64      | significante         |
| B=C                            | 14,13      | não significante     |
| B<D                            | 12,64      | significante         |
| C<D                            | 12,64      | significante         |

Figura8.Comparações entre proles obtidas através do teste ANOVA e de Tukey, com nível de significância de 5,0%, sobre o cálcio sérico de cada grupo.

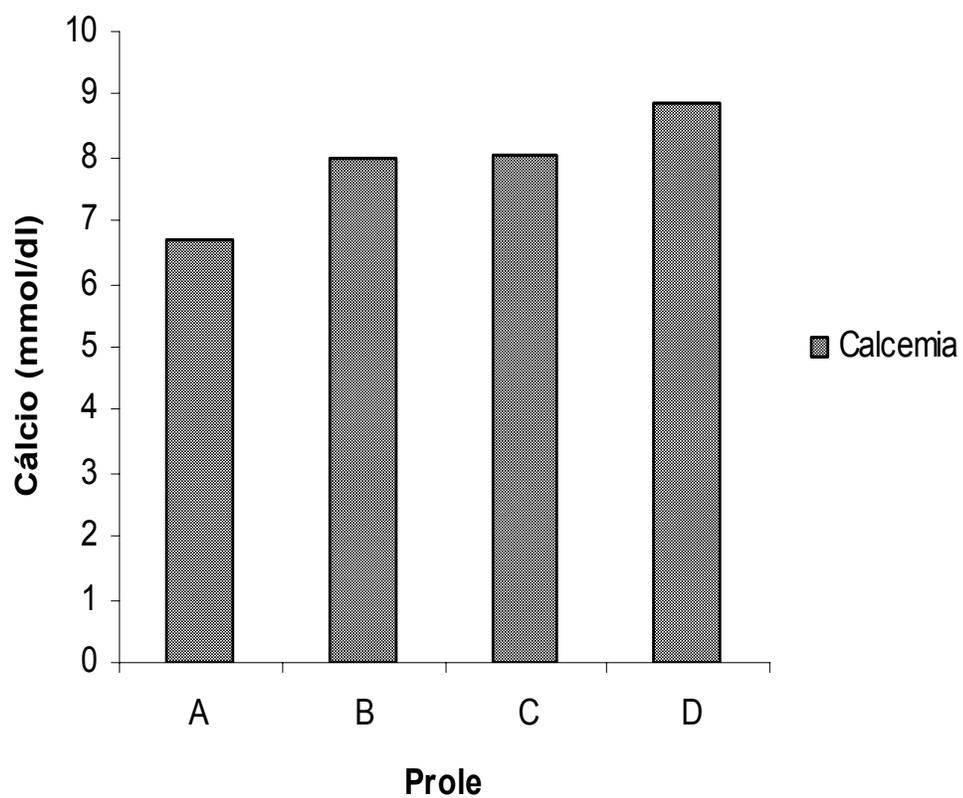


Figura9. Comparação entre as médias do cálcio sérico (mmol/dl) do sangue de ratos das proles investigadas.  $A < B = C < D$   $p < 0,05$

A média, desvio padrão e número de observações dos resultados da fosfatase alcalina de cada prole (sangue) são ilustrados na Figura 10, enquanto que as comparações obtidas entre as proles pela Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, com significância de 5,0%, estão exibidas na Figura 11 com ilustração gráfica entre as médias na Figura 12.

| <b>Prole</b> | <b>Média</b> | <b>Desvio padrão</b> | <b>Número de animais</b> |
|--------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| A            | 185,33       | 67,82                | 10                       |
| B            | 162,25       | 75,28                | 10                       |
| C            | 105,92       | 43,96                | 9                        |
| D            | 85,75        | 37,37                | 8                        |

Figura10. Média, desvio padrão e número de observações da fosfatase alcalina, em mg/dl, de cada grupo de proles.

| <b>Comparação entre proles</b> | <b>"F"</b> | <b>Interpretação</b> |
|--------------------------------|------------|----------------------|
| A=B                            | -          | não significativa    |
| A>C                            | 21,46      | significante         |
| A>D                            | 21,46      | significante         |
| B>C                            | 21,46      | significante         |
| B>D                            | 21,46      | significante         |
| C=D                            | -          | não significativa    |

Figura11. Comparações entre proles obtidas através do teste ANOVA e de Tukey, com nível de significância de 5,0%, sobre a fosfatase alcalina de cada grupo.

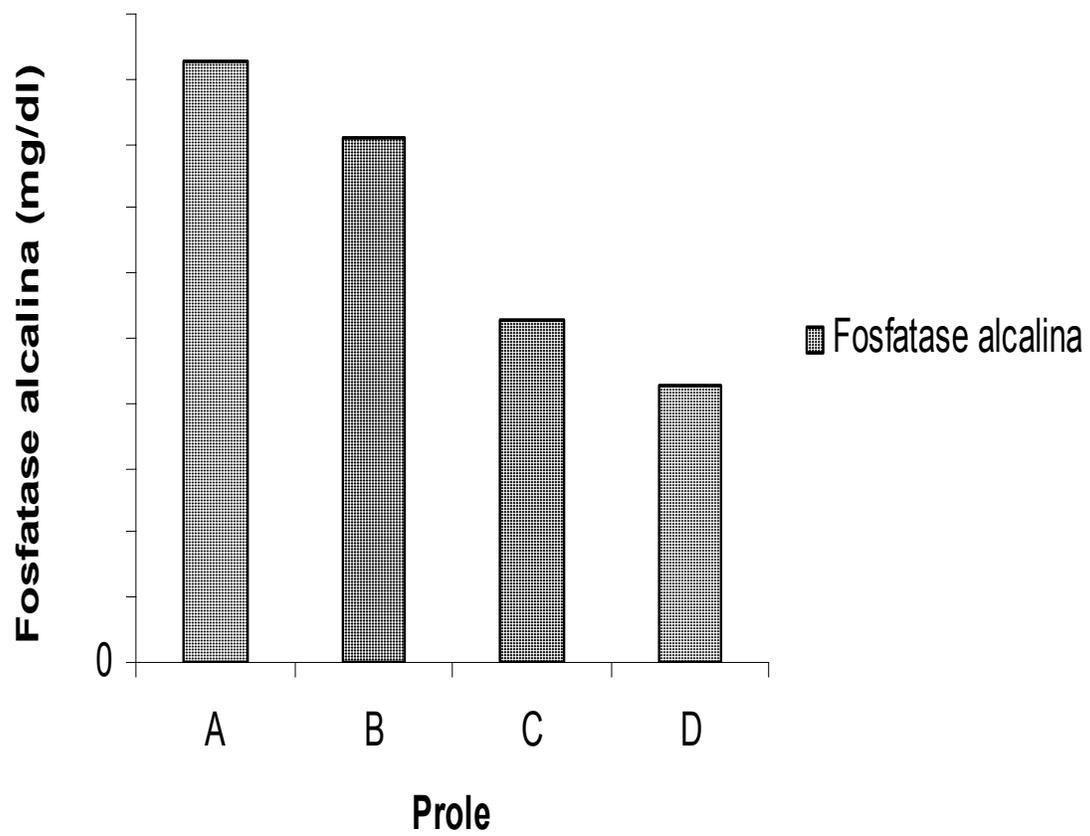


Figura12. Comparação entre as médias da fosfatase alcalina sérica (mg/dl) do sangue de ratos das proles investigadas.  $A=B>C=D$   $p<0,05$

DISCUSSÃO

O metabolismo ósseo é mantido equilibradamente dentro de um sistema onde existe a edificação incessante pelos osteoblastos, que fixando Ca e P forma o osso jovem, compensando desta maneira suas perdas, e a destruição contínua pelos osteoclastos do osso adulto, que através de acidificação e ação proteolítica da matriz óssea, fornece aos humores o cálcio e fósforo necessários, além disto o tecido ósseo sofre influência de várias substâncias, como hormônios tireoidiano, somatotrófico, estrógeno, adrenocorticais e das vitaminas A e C, assim como de fatores que sob influências maiores ou menores afetam a homeostase como: alimentação equilibrada, que forneça quantidade suficiente de proteínas, fósforo, cálcio e lípidos; aparelho digestivo em bom funcionamento, capaz de absorver corretamente o cálcio, fósforo e vitamina D; boa função renal; boa atividade muscular e osso ativo, isto é, osteoclasto ativado corretamente pela atividade hormonal <sup>5</sup>.

A alteração da força mecânica do osso é razão de um desequilíbrio deste sistema e tem como substrato fisiopatológico, um dos seguintes padrões; a) excesso de destruição, b) insuficiência de calcificação por deficiência do aporte de cálcio e c) insuficiência de calcificação por um déficit de osteóide<sup>2</sup>. Na dependência deste raciocínio

---

fisiopatológico levantamos uma caracterização clínica laboratorial e de resistência a força mecânica de fêmures de ratos lactentes e pós lactação sob os efeitos da água gaseificada no metabolismo ósseo que pode configurar uma osteopatia desmineralizante ou elemento facilitador de fraturas.

Estudos experimentais em ratos, realizados fora das condições de lactência concluíram que a utilização da água gaseificada favorece a osteopatia desmineralizante, interferindo no metabolismo ósseo, levando uma diminuição significativa nos níveis séricos de cálcio e aumento do número de osteoblastos em tecidos ósseos examinados<sup>18</sup>.

Verificou-se neste trabalho, nas provas estáticas laboratoriais e na análise mecânica, alterações significativas indicativas de processo desmineralizante que passaremos a discutir.

A resposta dinâmica óssea frente as possíveis condições clínicas tem sido alvo de vários estudos. Uma das formas de se avaliar a repercussão da interação organismo-meio sobre os ossos é através do estudo de suas propriedades biomecânicas<sup>19,20</sup>. Situações como administração de medicamentos e drogas<sup>20</sup>, ação da falta de gravidade<sup>21-23</sup>, consumo de bebidas alcoólicas<sup>24</sup>, dietas variadas<sup>25</sup>, alterações endócrinas e metabólicas<sup>15,24,26-31</sup>, reparo ósseo em caso de fraturas<sup>32-35</sup> tem

---

sido simuladas em animais de laboratório com o propósito de se conduzir opiniões sobre os efeitos de tais condições na estrutura, geometria, rigidez e resistência mecânica dos ossos.

No presente trabalho utilizamos o teste de carga de três pontos para avaliar a resistência flexional dos ossos fêmures de ratos quando submetidos a uma condição controlada e experimental. O rato foi eleito como modelo experimental por ser comumente usado em pesquisas ósseas e pelas vantagens práticas de manuseá-lo, como baixo custo, facilidade de acomodação e cuidados, formação genética bem definida e metabolismo mineral completamente documentado<sup>27,36</sup>. Com relação ao teste de carga de três pontos, é um ensaio que mede a resistência à flexão de uma material ou, no caso, do osso fêmur, e tem sido da mesma forma bastante discutido, descrito e utilizado por outros autores como uma forma objetiva de se avaliar a resposta óssea, presente nos ossos longos, frente a situações adversas experimentais anteriormente citadas<sup>19-23</sup>.

As condições que estudamos foram as seguintes: o regime de lactação, o tipo de água disponibilizado, se COM GÁS ou SEM GÁS. Observamos em nossos resultados, ilustrados nas Figuras 4 a 6, que o tipo de água foi o fator que proporcionou maior relevância na resistência flexional dos ossos testados. A diferença estatística entre os resultados

---

da resistência flexional dos ossos obtidos dos ratos que beberam água sem gás daqueles que beberam água com gás é relevante e significativo, a prole que ingeriu água com gás obteve ossos menos resistentes que os demais grupos, enquanto que a prole que não ingeriu água com gás resultou em maiores valores de resistência óssea à flexão.

A defesa, por nós autores, é de que a água com gás tem uma influência negativa sobre as propriedades biomecânicas ósseas, baseada também no fato de que o presente estudo foi dirigido por mais de 18 semanas, sendo que pesquisas realizadas por outros autores, testando outras condições experimentais, se estenderam entre oito a quinze semanas<sup>3,10,12,17,18,20</sup>. Desta maneira, este estudo prolongado foi útil nos esclarecimentos sobre o uso da água com gás no metabolismo óssea do rato.

A Hipocalcemia foi observada nos grupos de animais tratados com água gaseificada, este padrão laboratorial também é observado na osteomalácia e no raquitismo, sabe-se que os níveis de cálcio diminuídos refletem alterações metabólicas que influenciam a homeostase do tecido ósseo, além disto podemos inferir que alimentos de teor ácido causam interferência negativa no processo absorptivo do cálcio pelo trato digestório e a água gaseificada é de teor ácido<sup>6,10</sup>. A importância da água com gás

em diminuir o nível do cálcio sérico estudado é mais evidente quando comparamos a prole onde as ratas nutrizas ingeriram água gaseificada em relação às ratas nutrizas que não ingeriram água gaseificada, a lactação através de ratas nutrizas que não ingeriram água gaseificada proveram de algum modo as necessidades cálcicas de suas proles, estes resultados se mostram significativos.

Por outro lado o aumento dos níveis de fosfatase alcalina nos grupos de animais tratados com água gaseificada é de grande relevância, já que a fosfatase alcalina no sangue tem sua origem principalmente do metabolismo ósseo (90%)<sup>5</sup>, e sofre grandes alterações nas patologias ósseas desmineralizantes, especialmente naquelas com hiperosteólise, como a doença de Paget, raquitismo, hiperparatireoidismo e metástases ósseas. O resultado observado nos grupos experimentais sugere um processo de osteólise nos animais que consumiam água gaseificada, pois os mesmos apresentaram altos índices desta proteína no sangue, sugerindo que a água gaseificada deve ser o provocador de um processo osteolítico e, portanto facilitador de fraturas ósseas.

CONCLUSÃO

No rato e nas condições em que foi realizado este experimento podemos concluir:

- 1) Diminuição da resistência flexional nos grupos de animais tratados com água gaseificada independentemente do padrão de lactação.
- 2) Aumento dos níveis de fosfatase alcalina nos grupos de animais tratados com água gaseificada independentemente do padrão de lactação.
- 3) Hipocalcemia no grupo de animais tratados com água gaseificada com padrão de lactação oriundo de ratas nutrizes que fizeram uso de água gaseificada.

O somatório destes fatores é indicativo de um desequilíbrio da arquitetura óssea e facilitador de fraturas.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA •

- 
- International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *J Pediatr* 1997; 73: 213-24.

- 1- Glaser DL, Kaplan FS. Osteoporosis. Definition and clinical presentation. *Spine* 1997; 15(24): 12-6.
- 2- Bandeira F, Macedo G, Caldas G, Griz L, Faria M. Osteoporose. *Medsi* 2000; 132-40.
- 3- Fleming RP, Patrick K. Osteoporosis prevention: pediatrikciãns` Knowledge, and counseluing pratices. *Prev Med* 2002; 34(4): 411-21.
- 4- Kaplan FS. Prevention and management of osteoporosis. *Clin Symposia* 1995; 47(1): 2-32.
- 5- Waller J, Eriksson O, Foldeci M, Kronhed AC, Larsson L, Lofman O, Tors G, Moller M. Knowledge of osteoporosis in a Swedis municipality - a prospective study. *Prev Med* 2000; 34(4): 485-91.
- 6- Amato D. Hipocalcemia por consumo de refrescos de cola. *Bol Med Hosp Infant* 1998; 15: 696-698.
- 7- Brasil. Portaria 8, 08 de fevereiro de 1990. Estabelece critérios para refrigerantes do Ministério da Agricultura. *Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil*. Brasília. DF, 1990.
- 8- Maupome-Carvantes G, Sanches-Reyes V, Laguna-Ortega S, Andrade Delgado LC, diez de Bonilla-Calderon J. Soft drink consumption patterns in a mexican population. *Salud Publica Mex* 1995; 37(4): 323-28.
- 9- Salata CC. Tecnologia de Refrigerantes. 2002. 110 f. (Mestrado em Ciências Agron micas) - Faculdade de Ciências Agron micas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- 10- Jacobson MF. Liquid candy: how soft drinks are harming americans`health. [Cited 2001 Apr] Available from: URL [http://www.cspinet.org/sodapop/liquid\\_candy/htm](http://www.cspinet.org/sodapop/liquid_candy/htm)
- 11- Amato D, et al. Los refrescos y la salud. *Rev. Invest. Clin.* n. 5, v. 49, set./out 1997; p. 387-395.
- 12- Lehninger AL, Nelson DL, COX MM. *Princípios de Bioquímica*, 2ed. São Paulo: Sarvier, 1995; p. 839.
- 13- Massey LK, Strang MM. Soft drink consumption, phosphorus intake, and osteoporosis. *J Am Diet Assoc* 1982; 581-3.
- 14- Kim SH, Morton DJ, Barret-Connor EL. Carbonated beverage consumption and bone mineral density among older women: the Rancho Bernardo study. *Am J Public Health* 1997; 87: 276-9.
- 15- Giavaresi, G. et al. The mechanical properties of fluoride-treated bone in the ovariectomized rat. *Calcif Tissue Int* 1999; 65: 237-41.

- 
- 16-Souza NL. Eutanásia In: De Luca RR. Manual para técnicos em bioterismo, 2.ed. São Paulo: H A Rothschild, 1996; p. 171-177.
  - 17-Curi PR. Metodologia e análise da pesquisa em Ciências Biológicas, 2ed. Botucatu: Tipomic, 1978; p. 263.
  - 18-Santiago JRF. Ganho de peso em ratos submetidos à ingestão de água gaseificada. 2002. 115 f. Tese (Mestrado em Bases Gerais da Cirurgia e Cirurgia Experimental) - Faculdade de Medicina de Botucatu - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
  - 19-Ferreti JL. et al. Long-term effects of high or low Ca intakes and of lack of parathyroid function on rat femur biomechanics. *Calcif Tissue Int* 1985; 37: 608-12.
  - 20-Ferreti JL. et al. Dexamethasone effects on mechanical, geometric and densitometric properties of rat femur diaphyses as described by peripheral quantitative computerized tomography and bending tests. *Bone* 1995; 16: 119-24.
  - 21-Bateman TA. et al. Histomorphometric, physical, and mechanical effects os spaceflight and insulin-like growth factor-I on rat long bones. *Bone* 1998;23:527-35.
  - 22-Garber MA, McDowell DL, Hutton WC. Bone loss during simulated wightlessness: a biomechanical and mineralization study in the rat model. *Aviat Space Environ Med* 2000; 71(6).
  - 23-Vajda EG, et al. Spaceflight alters bone mechanics and modeling drifts in growing rats. *Aviat Space Environ Med* 2001; 72(8).
  - 24-Hogan HA, et al. Alcohol consumption by young actively growing rats: a sutdy of cortical bone histomorphometry and mechanical properties. *Alcohol Clin Exp Res* 1997; 21(5): 809-16.
  - 25-Smith EE, et al. Effects of high fat or high sucrose diets on rat femora mechanical and compositional properties. *Biomed Sci Instrum* 2000; 36: 385-90.
  - 26-Chachra D, et al. Differential effects of ovariectomy on the mechanical properties of cortical and cancelous bone in rat femora and vertebrae. *Biomed Sci Instrum* 2000; 36: 123-8.
  - 27-Giavaresi G, et al. The femoral distal epiphysis of ovariectomized rats as a site for studies on osteoporosis: structural and mechanical evaluations. *Clin Exp Rheumatoln* 2002; 20(2): 171-8.
  - 28-Goda T, et al. The maltitol-induced increase in intestinal calcium transport increases the calcium content and breaking force of femoral bone in weanling rats. *J Nutr* 1998; 128: 2028-31.

- 
- 29-Kasra M, et al. Effects of different strogen and progestin regimens on the mechanical properties of rat fémur. J Orthop Res 1997; 15(1): 118-23.
  - 30-Kusy RP, et al. Interrelationships of bone ash and whole bone properties in the lactating and parous rat. Calcif Tissue Int 1987; 41: 337-41.
  - 31-Simske SJ, Greenberg AR, Luttgés MW. Effects of suspension-induced osteopenia on the mechanical behaviour of mouse long bones. J Sci Mater Med 1991; 2(1).
  - 32-Jarvinen TL, et al. Randomized controlled study of effects of sudden impact loading on rat fémur. J Bone Miner Res 1998; 13(9): 1475-82.
  - 33-Utvag SE, Reikeras O. Effects of nail rigidity on fracture healing. Strength and mineralization in rat femoral bone. Arch Orthop Trauma Surg 1998; 118(1-2):7-13.
  - 34-Utvag SE, Grundness O, Reikeras O. Graded exchange reaming and nealing of non-unions. Strength and mineralization in rat femoral bone. Arch Orthop Trauma Surg 1998; 118(1-2):1-6.
  - 35-Wheeler DL, et al. Mechanical strength of fracture callus in osteopenic bone at different phases of healing. J Orthop Trauma 2000; 14(2): 86-92.
  - 36-Aerssens J, et al. Interspecies differences in bone composition, density, and quality: potential implications for in vivo bone research. Endocrinology 1998; 139(2): 663-70.