

## Densitometria óssea em gatos hígidos por tomografia computadorizada quantitativa

[*Bone densitometry in healthy cats by quantitative computed tomography*]

D.C. Oliveira<sup>1</sup>, L.A.V.S. Costa<sup>2</sup>, M.W. Teixeira<sup>2</sup>, M.J.L. Cardoso<sup>3</sup>, F.S. Costa<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná - Curitiba, PR

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife, PE

<sup>3</sup>Universidade Estadual do Norte do Paraná - Campus Luiz Meneghel - Bandeirantes, PR

### RESUMO

Estabeleceram-se valores de média radiodensidade do osso trabecular das vértebras lombares de 16 gatos adultos, hígidos, por meio da tomografia computadorizada quantitativa (TCQ). O valor médio de radiodensidade do osso trabecular da segunda vértebra lombar foi de  $436,1 \pm 42,1$  unidades Hounsfield, com distribuição não homogênea da radiodensidade no corpo vertebral.

Palavras-chave: gato, tomografia computadorizada helicoidal, osso

### ABSTRACT

*The radiodensity of the trabecular bone of the lumbar vertebrae in 16 healthy adult cats was studied using quantitative computed tomography (QCT). The average radiodensity of the trabecular bone of the second lumbar vertebra was  $436.1 \pm 42.1$  Hounsfield units. However, there was a nonhomogeneous radiodensity distribution of the vertebral body.*

*Keywords: cat, helical computed tomography, bone*

### INTRODUÇÃO

Atualmente existem diversas técnicas de diagnóstico por imagens utilizadas para mensuração da densidade mineral óssea (DMO). As mais utilizadas são a densitometria óptica radiográfica (Costa *et al.*, 2006), a ultrassonografia quantitativa (Lauer *et al.*, 2009), a tomografia computadorizada quantitativa (TCQ) (Ching *et al.*, 1990; Chalmers *et al.*, 2006; Saeed *et al.*, 2009) e a absorciometria por dupla emissão de raios-X (DEXA) (Quarles, 1992; Lauten *et al.*, 2000; Lauten *et al.*, 2001). Dentre essas técnicas, a TCQ e a DEXA são consideradas as mais precisas e menos invasivas para esta finalidade (Maricic e Gluck, 2004; Adams, 2009). Apesar de a DEXA ser o exame mais utilizado para o acompanhamento de pacientes humanos com osteopenia e osteoporose, a TCQ é considerada um exame

mais sensível, já que, ao contrário da DEXA, permite a avaliação separada das regiões cortical e trabecular. Adicionalmente a TCQ possibilita a obtenção de informações sobre a morfometria óssea, das quais podem ser extraídos parâmetros biomecânicos (Maricic e Gluck, 2004; Adams, 2009).

A determinação da densidade mineral óssea é um fator fundamental para a definição do quadro precoce de desmineralização, servindo também para o estabelecimento de um adequado protocolo terapêutico e o monitoramento dos pacientes acometidos, podendo, desta forma, prevenir a ocorrência de fraturas patológicas (Scharla *et al.*, 1999). Diversas doenças endócrinas, desordens metabólicas e fatores nutricionais podem desencadear alterações no metabolismo mineral ósseo de cães e gatos com conseqüente promoção de manifestações

---

Recebido em 11 de abril de 2011

Aceito em 3 de novembro de 2011

\*Autor para correspondência (*Corresponding author*)

E-mail: fabianosellos@hotmail.com

clínicas e laboratoriais nos animais acometidos. Síndromes paraneoplásicas, suplementação excessiva com vitaminas A e D, e terapias em longo prazo com glicocorticoides e drogas anticonvulsivantes também são citadas como possíveis causas de osteopenia e osteoporose em animais de companhia (Johnson e Watson, 2005). A maior limitação para a aplicação da TCQ na medicina veterinária está relacionada à falta de valores de normalidade para animais, impossibilitando uma avaliação comparativa. O presente estudo teve o objetivo de estabelecer valores de média radiodensidade do osso trabecular das vértebras lombares de gatos adultos, hígdidos, utilizando-se a técnica de tomografia computadorizada quantitativa.

### MATERIAL E MÉTODOS

O uso de animais para este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Bem-Estar Animal da Universidade Federal do Espírito Santo – Brasil (protocolo 010/2008), tendo sido respeitados todos os preceitos éticos de proteção aos animais. Para a seleção do grupo experimental, foram realizados exames de triagem que envolviam acurada avaliação clínica e laboratorial dos animais, incluindo exame físico completo, assim como realização de hemograma, urinálise e dosagem dos níveis séricos de ALT, AST, FA, GGT, ureia, creatinina, proteína total, albumina, cortisol, T4 livre e T4 total. O grupo experimental foi composto de 16 gatos adultos – idade variando entre 12 e 36 meses –, hígdidos, não castrados, sem distinção de raça ou sexo, e com peso corporal oscilando de 2,5 a 4,0kg. Anteriormente às análises densitométricas, os gatos foram submetidos a um período de adaptação de 45 dias, sendo estes alojados em baias coletivas com acesso à luz solar e que permitia realização de atividade física. Todos os animais receberam água e ração do tipo premium (Purina® ProPlan®) à vontade.

Após realização das análises tomográficas, os animais foram castrados e doados. Para a realização dos exames de tomografia computadorizada (TC), os animais foram submetidos a jejum hídrico de seis horas e alimentar de 12 horas. Instituiu-se, no momento

do exame, fluidoterapia com solução fisiológica em velocidade de infusão de 10mL/kg/h e pré-medicação e indução anestésica com diazepam e propofol. Os animais foram posicionados em decúbito ventral, sendo realizados os exames de TC com o aparelho GE Hi-Speed FXI e protocolo com 120kVp e auto mA na velocidade de uma rotação por segundo. A aquisição das imagens foi obtida em cortes transversais de 2mm de espessura com filtro para partes ósseas. Antecedendo os exames, o aparelho foi devidamente calibrado para melhor padronização dos resultados.

Após o exame tomográfico e digitalização das imagens, realizou-se a identificação do corpo vertebral das sete vértebras lombares em cada animal. A estimativa da radiodensidade do tecido ósseo foi realizada após obtenção do valor médio de três regiões de interesse (ROI) selecionadas do osso trabecular do corpo vertebral (Fig. 1). Para padronização dos níveis de corte e do local de obtenção das medidas de radiodensidade do tecido ósseo, levou-se em consideração a visualização similar dos processos espinhosos e transversos das vértebras, conforme metodologia descrita por Costa *et al.* (2010).

Para a análise estatística descritiva das variáveis, obtiveram-se os valores da média e desvio-padrão. A comparação dos valores de radiodensidade óssea nas diferentes regiões de interesse do corpo vertebral foi realizada por meio do teste t, com nível de significância de 0,05.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise quantitativa da densidade mineral óssea por TC permitiu a determinação precisa da radiodensidade do osso trabecular das vértebras lombares nos gatos do grupo experimental nas regiões de interesse do corpo vertebral da segunda vértebra lombar. Foi possível determinar uma radiodensidade não homogênea do osso trabecular do corpo vertebral, onde a porção central apresentou-se significativamente menos radiodensa quando comparada com as regiões de interesse localizadas lateralmente (Tab. 1).

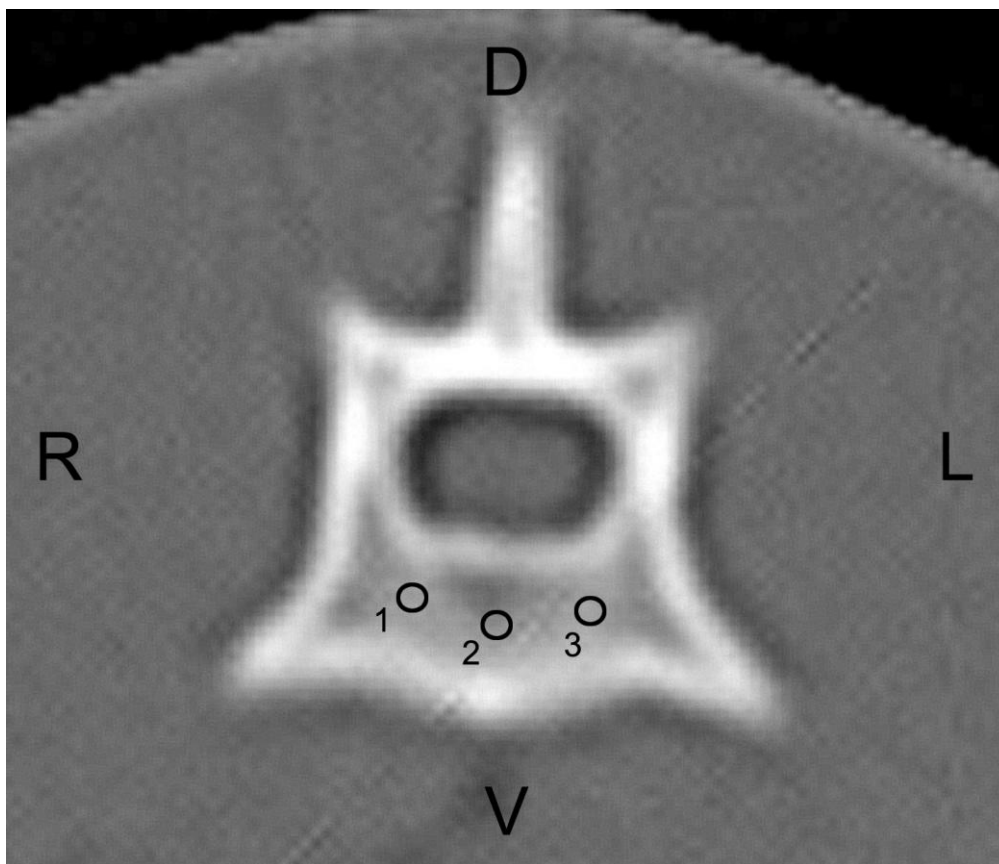


Figura 1. Imagem de tomografia computadorizada em corte transversal da segunda vértebra lombar de um gato saudável, demonstrando a seleção das três regiões de interesse (círculos negros 1, 2 e 3) na região de osso trabecular do corpo vertebral para obtenção da radiodensidade óssea em unidades Hounsfield (HU). D, dorsal; L, esquerda; V, ventral; D, direita.

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão de radiodensidade em unidades Hounsfield do osso trabecular do corpo vertebral da segunda vértebra lombar de gatos adultos em três regiões distintas do corpo vertebral para estimativa da densidade mineral óssea

ROIs	Média	SD
ROI 1	467,33a HU	65,18
ROI 2	391,97b HU	58,61
ROI 3	451,98a HU	52,79
DMO média	436,10 HU	42,10

ROI, região de interesse; SD, desvio-padrão; HU, unidades Hounsfield; DMO, densidade mineral óssea. Letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste T pareado em nível de 5% de significância.

A TCQ é uma técnica com alta sensibilidade, aplicabilidade e precisão no diagnóstico de perda de massa óssea, assim como para a identificação de fraturas vertebrais decorrentes de osteoporose (Grampp *et al.*, 1996). Vários estudos realizados em humanos e animais verificaram que a DMO obtida por meio de exames tomográficos é uma representação precisa e verdadeira da DMO (Glüer *et al.*, 1995; Waite *et al.*, 2000; Braillon, 2002; Schneider *et al.*, 2004; Chalmers *et al.*,

2006). As imagens geradas pela TC consistem de cortes seccionais que possibilitam a localização precisa de ROI para a identificação de alterações na densidade do tecido ósseo. Os valores de DMO obtidos por meio da avaliação tomográfica quantitativa correspondem à atenuação média dos *pixels* contidos na ROI selecionada, dada em unidades Hounsfield (HU) (Chalmers *et al.*, 2006; Adams, 2009).

Comparando-se com a DEXA, a TC permite identificar de forma precisa a região de osso trabecular, possibilitando estimar sua radiodensidade, enquanto a DEXA fornece informações da densidade óssea como um todo, não permitindo uma avaliação individualizada das regiões de osso cortical e trabecular (Adams, 2009). Levando-se em consideração o fato de o osso trabecular perder massa óssea com mais facilidade do que o osso cortical, a TCQ é considerada uma técnica com elevada sensibilidade e precisão em relação à DEXA para o diagnóstico da osteoporose em humanos (Grampp *et al.*, 1996; Adams, 2009). Entretanto, deve-se considerar que a DEXA promove uma menor exposição do paciente aos efeitos deletérios da radiação ionizante (Bonnick, 2009).

Estudos em humanos demonstraram que o osso trabecular e a borda cortical do corpo vertebral são mais susceptíveis à desmineralização do que o osso cortical dos ossos longos. As fraturas também ocorrem com maior frequência em locais com maior quantidade de osso trabecular, como os corpos vertebrais, fêmur proximal e radiodistal (Grampp *et al.*, 1996; Schäcke *et al.*, 2002). Laan *et al.* (1993) observaram que a coluna lombar apresenta maior perda de massa óssea do que o radiodistal de humanos em corticoterapia crônica. Estudos experimentais com animais também utilizaram com sucesso a TC para avaliação da DMO da coluna lombar em cães, ovelhas e minipigs (Quarles, 1992; Aerssens *et al.*, 1998; Lill *et al.*, 2002; Scholz-Ahrens *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2010).

Utilizando a mesma metodologia para determinação das regiões de interesse para a avaliação da radiodensidade óssea do corpo vertebral, Costa *et al.* (2010) encontraram alterações tomográficas na DMO do osso trabecular de L2 de oito cães tratados com prednisona pelo período de um mês, com perda de massa óssea de aproximadamente 14%. Na literatura atual, foram encontrados estudos utilizando a TCQ e a DEXA para a avaliação da DMO em gatos (Ching *et al.*, 1990; Lauten *et al.*, 2000), porém não há na literatura consultada descrição dos valores de densidade mineral óssea das vértebras lombares de gatos hígdos obtidos por meio da TCQ.

Os valores de DMO obtidos nos exames de tomografia computadorizada correspondem à

atenuação média dos *pixels* contidos na ROI selecionada, dada em unidades Hounsfield (Brailon, 2002; Adams, 2009). Na presente pesquisa, foi padronizada a área das regiões de interesse para a avaliação da radiodensidade óssea, utilizando-se uma área média de 0,8mm<sup>2</sup>. Esse procedimento também foi realizado por outros autores (Kodama *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2010), sendo citado que a padronização dos tamanhos da ROI é uma medida importante e que fornece maior precisão aos resultados. Também com o objetivo de se padronizar as regiões de análise neste estudo foi selecionado para a análise em todos os animais o corpo vertebral de L2. Observa-se, em diferentes estudos, que as primeiras vértebras lombares são preferencialmente utilizadas para análises densitométricas em pacientes humanos (Saeed *et al.*, 2009; Grampp *et al.*, 1996) e em estudos experimentais com animais (Quarles, 1992; Aerssens *et al.*, 1998; Scholz-Ahrens *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2010).

A ROI 2, localizada na porção central do corpo vertebral, apresentou menor radiodensidade quando comparada com as regiões de interesse localizadas lateralmente. Este fato demonstra existir menor grau de mineralização nesta região de análise em animais hígdos quando comparada com as regiões periféricas do corpo vertebral. Em pacientes humanos hígdos, análises densitométricas também demonstram uma distribuição não homogênea da densidade mineral óssea no osso trabecular dos corpos vertebrais da coluna lombar (Sandor *et al.*, 1990). Dessa forma, o local de seleção da ROI durante as análises densitométricas deve ser considerado para a correta interpretação dos resultados em cada paciente.

Durante avaliação densitométrica ao exame tomográfico do osso cortical, as superfícies endosteal e periosteal podem causar o artefato de efeito de volume parcial em regiões de osso cortical com espessura inferior a de 2mm (Hangartner e Gilsanz, 1996). Desta forma, deve-se considerar a presença deste artefato para a interpretação dos valores densitométricos na avaliação de regiões de osso cortical de gatos, uma vez que nos casos avaliados sempre foi visibilizado um córtex ósseo do corpo vertebral com espessura menor que 2mm.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J.E. Quantitative computed tomography. *Eur. J. Radiol.*, v.71, p.415-424, 2009.
- AERSSENS, J.; BOONEM, S.; LOWET, G. *et al.* Interspecies differences in bone composition, density, and quality: potential implications for in vivo bone research. *Endocrinology*, v.139, p.663-670, 1998.
- BONNICK, S.L. (ED.) *Bony densitometry in clinical practice: application and interpretation*. Denton: Humana Press, 2009. 520p.
- BRAILLON, P.M. Quantitative computed tomography precision and accuracy for long-term follow-up of bone mineral density measurements: a five-year in vitro assessment. *J. Clin. Densitom.*, v.5, p.259-266, 2002.
- CHALMERS, H.J.; DYKES, N.L.; LUST, G. *et al.* Assessment of bone mineral density of the femoral head in dogs with early osteoarthritis. *Am. J. Vet. Res.*, v.67, p.796-800, 2006.
- CHING, S.V.; NORRDIN, R.W.; FETTMAN, M.J. *et al.* Trabecular bone remodeling and bone mineral density in the adult cat during chronic dietary acidification with ammonium chloride. *J. Bone Miner. Res.* v.5, p.547-556, 1990.
- COSTA, F.S.; CARDOSO, J.L.C.; MUNIZ, L.M.R. *et al.* Determinação de desmineralização óssea em gatos com tirotoxicose induzida. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v.43, p.695-701, 2006.
- COSTA, L.A.V.S.; LOPES, B.F.; LANIS, A.B. *et al.* Bone demineralization in the lumbar spine of dogs submitted to prednisone therapy. *J. Vet. Pharmacol. Ther.*, v.33, p.583-586, 2010.
- GLÜER, C.C.; ENGELKE, K.; LANG, T.F. *et al.* Quantitative computed tomography (QCT) of the lumbar spine and appendicular skeleton. *Eur. J. Radiol.*, v.20, p.173-178, 1995.
- GRAMPP, S.; JERGAS, M.; LANG, P. *et al.* Quantitative CT assessment of the lumbar spine and radius in patients with osteoporosis. *Am. J. Rheumatol.*, v.167, p.133-40, 1996.
- HANGARTNER, T.V.; GILSANZ, V. Evaluation of cortical bone by computed tomography. *J. Bone Miner. Res.*, v.11, p.1518-1525, 1996.
- JOHNSON, K.A.; WATSON, A.D.J. Skeletal diseases. In: *Textbook of Veterinary Internal Medicine*. 6.ed. ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E.C. (Eds.). St. Louis: Elsevier Saunders, 2005, v.1, p.1965-1991.
- KODAMA, Y.; NG, C.S.; WU, T.T. *et al.* Comparison of CT methods for determining the fat content of the liver. *Am. J. Roentgenol.*, v.188, p.1307-1321, 2007.
- LAAN, R.F.J.M.; BUIJS, W.C.A.M.; VAN ERNING, L.J.T.O. *et al.* Differential effects of glucocorticoids on cortical appendicular and cortical vertebral bone mineral content. *Calcified Tissue Int.*, v.52, p.5-9, 1993.
- LAUER, S.K.; DAVIES, E.S.; HOSGOOD, G. *et al.* Quantitative ultrasonography for assessment of bone mineral density in the canine radius and tibia. *Vet. Radiol. Ultrasound*, v.50, p.97-103, 2009.
- LAUTEN, S.D.; COX, N.R.; BAKER, G.H. *et al.* Body composition of growing and adult cats as measured by use of dual energy x-ray absorptiometry. *Comp. Med.*, v.50, p.175-183, 2000.
- LAUTEN, S.D.; COX, N.R.; BRAWNER, W.R.J. *et al.* Use of dual energy x-ray absorptiometry for noninvasive body composition measurements in clinically normal dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.62, p.1295-1301, 2001.
- LILL, C.; GERLAND, U.V.; ECKHARDT, C. *et al.* Bone changes due to glucocorticoid application in an ovariectomized animal model for fracture treatment in osteoporosis. *Osteoporos. Int.*, v.13, p.407-414, 2002.
- MARICIC, M.; GLUCK, O. Densitometry in glucocorticoid-induced osteoporosis. *J. Clin. Densitom.*, 2004, v.7, p.359-363, 2004.
- QUARLES, L.D. Prednisone induced osteopenia in beagles: variable effects mediated by differential suppression of bone formation. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metabol.*, v.263, p.136-141, 1992.
- SAEED I.; CARPENTER, R.D.; LEBLANC, A.D. *et al.* Quantitative computed tomography reveals the effects of race and sex on bone size and trabecular and cortical bone density. *J. Clin. Densitom.*, v.12, p.330-336, 2009.
- SANDOR, T.E.; FELSENBURG, D.; KALANDER, W.A. *et al.* Global and regional variations in the spinal trabecular bone: single and dual energy examinations. *J. Clin. Endocrinol. Metabol.*, v.72, p.1157-1168, 1991.
- SCHACKE, H.; DOCKE, W.D.; ASADULLAH, K. Mechanisms involved in the side effects of glucocorticoids. *Pharmacol. Ther.*, v.96, p.23-43, 2002.

SCHARLA, S.H.; WOLF, S.; DÜLL, R. *et al.* Prevalence of low bone mass and endocrine disorders in hip fracture patients in Southern Germany. *Exp. Clin. Endocr. Diab.*, v.107, p.547-554, 1999.

SCHNEIDER, S.; BREIT, S.M.; GRAMPP, S. *et al.* Comparative assessment of bone mineral measurements obtained by use of dual-energy X-ray absorptiometry, peripheral quantitative computed tomography, and chemical-physical analyses in femurs of juvenile and adult dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.65, p.891-900, 2004.

SCHOLZ-AHRENS, K.E.; DELLING, G.; STAMPA, B. *et al.* Glucocorticosteroid-induced osteoporosis in adult primiparous Gottingen miniature pigs: effects on bone mineral and mineral metabolism. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metabol.*, v.293, p.385-395, 2007.

WAITE, K.L.; NIELSEN, B.D.; ROSENSTEIN, D.S. Computed tomography as a method of estimating bone mineral content in horses. *J. Equine Vet. Sci.*, v.20, p.49-52, 2000.