

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Olívia dos Santos Silveira Rodrigues

**VALIDAÇÃO DA TELERRADIOGRAFIA LATERAL DIGITAL
COMO MEIO AUXILIAR NA IDENTIFICAÇÃO DE PACIENTES
COM BAIXA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA EM
MULHERES PÓS-MENOPAUSA**

Belo Horizonte

2014

Olívia dos Santos Silveira Rodrigues

**VALIDAÇÃO DA TELERRADIOGRAFIA LATERAL DIGITAL
COMO MEIO AUXILIAR NA IDENTIFICAÇÃO DE PACIENTES
COM BAIXA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA EM
MULHERES PÓS-MENOPAUSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de Concentração: Clínicas Odontológicas, Ênfase: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi

Belo Horizonte

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

R696v Rodrigues, Olívia dos Santos Silveira
Validação da telerradiografia lateral digital como meio auxiliar na
identificação de pacientes com baixa densidade mineral óssea em mulheres
pós-menopausa / Olívia dos Santos Silveira Rodrigues. Belo Horizonte, 2014.
48 f. : il.

Orientador: Flávio Ricardo Manzi
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Telerradiologia. 2. Osteoporose nas mulheres. 3. Pós-Menopausa. 4.
Densidade óssea. I. Manzi, Flávio Ricardo. II. Pontifícia Universidade Católica
de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU 615.849

Olívia dos Santos Silveira Rodrigues

**VALIDAÇÃO DA TELERRADIOGRAFIA LATERAL DIGITAL COMO MEIO
AUXILIAR NA IDENTIFICAÇÃO DE PACIENTES COM BAIXA DENSIDADE
MINERAL ÓSSEA EM MULHERES PÓS-MENOPAUSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Ênfase: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. Allyson Nogueira Moreira – UFMG
- 2- Prof. Dr. Paulo Eduardo Alencar de Souza – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 26 de novembro de 2014

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 02 de fevereiro de 2015

Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

AGRADECIMENTOS

Mais que conhecimentos odontológicos o mestrado foi uma experiência de vida extraordinária e estes momentos só foram possíveis porque tinha ao meu lado anjos em forma de pessoas, que fizeram e tornaram possível, agradável e engrandecedor este momento. Sendo assim agradeço primeiramente a Deus, por ter colocado estas pessoas maravilhosas nesta intensa oportunidade.

Agradeço aos meus pais Paulo e Regina, por me incentivarem sempre, pelo amor incondicional, por me educarem e a todos os valores transmitidos.

As minhas irmãs Bruna e Luiza por serem minhas melhores amigas e terem um imenso carinho e atenção por mim.

Ao Ed e a Nina, por estarem presentes em todos os momentos e apenas com um olhar saberem confortar meu coração.

Ao meu marido Luiz, por ser meu companheiro, amigo e confidente, por me apoiar e respeitar meus momentos de ausência.

Aos meus colegas de aula por me ensinarem não somente a odontologia, mas por nos tornar amigos e especiais os momentos que vivemos juntos.

Ao meu orientador Flávio Manzi, por ser mais que um mestre, por ser amigo e ter o dom de transmitir sabedoria e alegria.

Agradeço a todos que participaram desta jornada que apenas inicia em minha vida.

RESUMO

A osteoporose é uma doença esquelética sistêmica caracterizada por baixa DMO, deterioração microarquitetural, causando aumento da fragilidade e susceptibilidade à fratura. De posse deste conhecimento, o odontólogo pode vir a representar importante papel na prevenção, diagnóstico precoce e triagem para exames conclusivos de osteoporose em pacientes que apresentam baixa DMO. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi correlacionar os índices radiomorfométricos obtidas por meio da telerradiografia lateral digital com a densidade mineral óssea (DMO) avaliado pelo teste de absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA - *Dual Energy X-ray Absorptiometry*), em uma população do sexo feminino pós-menopausa com a finalidade de identificar pacientes com baixa densidade óssea mineral. A morfologia da cortical das vértebras foi avaliada utilizando um novo índice cortical cervical (CCI), pela observação da integridade das corticais das vértebras cervicais C2, C3 e C4, sendo CA para as corticais sem alteração e CB para com alteração, em 94 pacientes do sexo feminino que tinham sido submetidas pela avaliação do DEXA. Destas pacientes, 31 foram diagnosticadas com osteopenia, 30 com osteoporose e 33 eram normais. A morfometria foi realizada por meio das mensurações das corticais anteriores, posteriores, superiores e inferiores das vértebras cervicais C2, C3 e C4 e da profundidade da concavidade inferior destas vértebras. A análise estatística foi realizada através do teste X^2 e ANOVA (teste de Tukey), além da obtenção da curva ROC. Observou-se associação estatisticamente significativa entre a densidade mineral óssea e o ICC para o grupo de osteoporose ($p < 0,01$), mas não houve associação estatisticamente significativa entre densidade mineral óssea e ICC para o grupo osteopenia ($p > 0,05$). Na associação entre o estado DMO (avaliação DEXA) e medidas morfométricas dos índices cervicais, mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo de osteoporose em comparação com os grupos normal e osteopenia em concavidade C2, C3, C4 e cortical posterior da C4, o grupo osteoporose, em comparação com o grupo normal em cortical inferior C2 e cortical anterior da C4 e o grupo osteopenia em comparação com o grupo normal em cortical inferior C2. Assim, os índices morfométricos, e principalmente o morfológico, com o novo índice ICC proposto, avaliados em telerradiografia lateral digital são capazes de identificar as mulheres pós-menopáusicas com baixa densidade óssea, principalmente nos casos mais avançados (osteoporose) e pode ser utilizado como encaminhamento médico para o tratamento adequado.

Palavras-chave: Densidade óssea. Osteoporose. Radiografia.

ABSTRACT

Osteoporosis is a systemic skeletal disease characterized by low BMD (bone mineral density), microarchitectural deterioration, causing increased of bone fragility and susceptibility to fracture. With this knowledge, the dentist may come to represent an important role in prevention, early diagnosis and screening for conclusive tests of osteoporosis in patients with low BMD. Thus, the objective of this study was to correlate radiomorphometric indices obtained through digital lateral cephalometric radiographs with bone mineral density (BMD) measured by dual energy (DEXA - Dual Energy X-ray Absorptiometry) X-ray absorptiometry test in a population of postmenopausal women in order to identify patients with low bone mineral density. The cortical morphology from bones of the vertebrae was evaluated using a new cervical cortical index (ICC) by remarking the cortical integrity of the cervical vertebrae C2, C3 and C4, being C1 to normal cortical and C2 to normal to abnormal, in 94 women patients who was submitted to the DEXA. 31 of these patients were diagnosed with osteopenia, 30 with osteoporosis and 33 were normal. The morphometry was performed by means of measurements of the front, rear, upper and lower C2, C3 and C4 cervical vertebrae and the depth of the lower cortical concavity of these vertebrae. Statistical analysis was performed using X^2 and ANOVA tests (Tukey test), as well as providing the ROC Curve. We observed significant statistic associations between bone mineral density and the ICC for the osteoporosis group ($p < 0.01$), but no statistic significant association between bone mineral density and ICC for the osteopenia group ($p > 0.05$). On the association between BMD status (DEXA evaluation) and cervical morphometric indexes measurements, showed a significant statistically difference between osteoporosis, normal and osteopenia groups in concavity C2, C3, C4 and posterior cortex of C4, between osteoporosis and normal groups in C2 lower cortical and anterior cortical of C4 and between osteopenia and normal group in lower cortical C2. Thereby, the morphometric indices, and especially the morphology, with the new CCI index proposed, evaluated in digital side radiography can identify postmenopausal women with low bone density, particularly in advanced cases (osteoporosis) and may be used as medical referral for appropriate treatment.

Keywords: Bone density. Osteoporosis. Radiograph.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMO – Densidade mineral óssea

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS – Organização Mundial de Saúde

DEXA – Técnica de absorção de raios-X de dupla energia

CCI – Índice cortical cervical

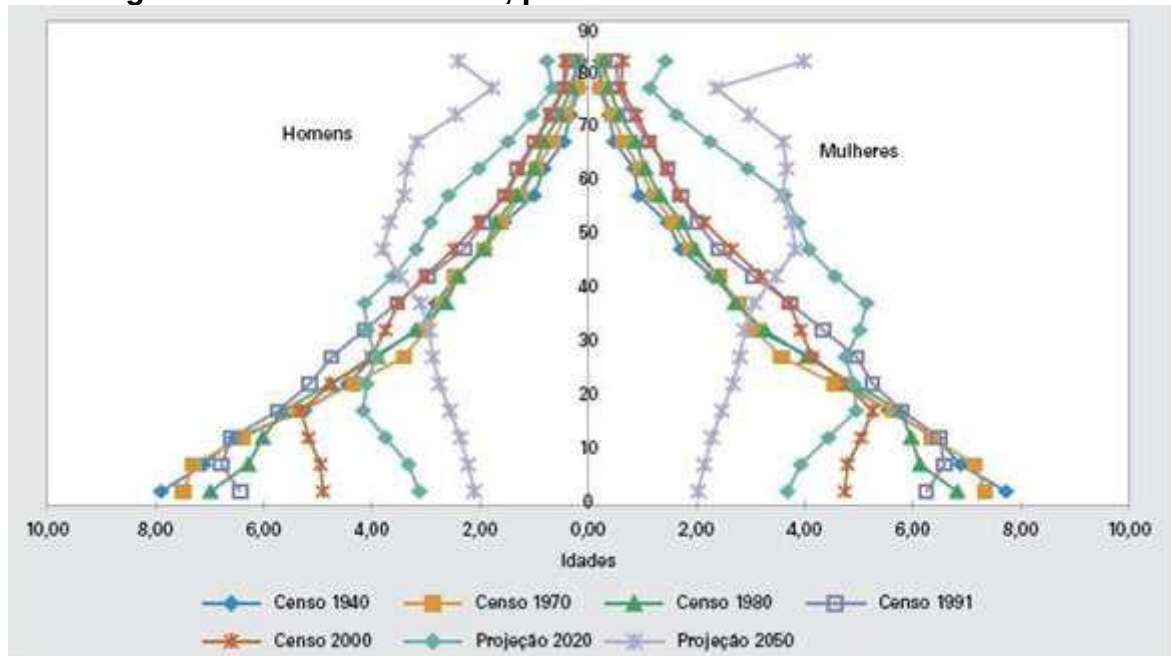
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Amostra.....	22
3.2 Avaliação da densidade óssea mineral e aquisição da telerradiografia lateral digital	22
3.3 Avaliação das imagens	23
3.4 Análises estatísticas	25
4 ARTIGO	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	48

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012), em 2003 a população de 60 anos ou mais estava em torno de 17 milhões de pessoas, constituindo cerca de 10% da população total do País. Em 2006, os idosos alcançavam, aproximadamente, 19 milhões de pessoas. No estudo sobre projeções da população brasileira realizado pelo IBGE, até 2050, o grupo etário de 60 anos ou mais duplicará no período de 2000 a 2020, ao passar de 13,9 para 28,3 milhões, elevando-se, para 64 milhões. Isso evidencia um acelerado processo de envelhecimento da sociedade brasileira, favorecendo o aumento de ocorrência de doenças crônico-degenerativas relacionadas ao envelhecimento da população, como a osteoporose (Fig. 1) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Essa população é mais provável de ter problemas periodontais, bem como taxas de *turnover* ósseo e perfis fisiológicos que se diferenciam dos pacientes mais jovens (MIYAJIMA; NAGAHARA; LIZUDA, 1996).

Figura 1: Estrutura relativa, por sexo e idade – Brasil – 1940/2005



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012

O aumento da expectativa de vida junto à exigência estética vem crescendo cada vez mais e repercute na odontologia. Um sorriso esteticamente agradável é, cada vez mais, tido como um quesito nos relacionamentos em nossa sociedade. A

odontologia para adultos vem atender essa atual necessidade e o conhecimento de alterações sistêmicas que acometem os adultos e afetam diretamente o tratamento ortodôntico é cada vez mais necessário (MEIRELLES, 1999; ROTHE et al., 2006; MAYARÍ; LUGO, 2010; VALERIO et al., 2013).

A osteoporose, doença que atualmente é considerada um importante problema de saúde pública, acomete em significativa escala a população adulta mundial e em especial mulheres que já atingiram o processo fisiológico da menopausa (FALONI; CERRI, 2007; GERAETS et al., 2007; MAHL; LICKS; FONTANELLA, 2008; RACHNER; KHOSLA; HOFBAUER, 2011). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), osteoporose é uma doença esquelética sistêmica caracterizada por baixa densidade mineral óssea (DMO), deterioração microarquitetural, causando aumento da fragilidade e susceptibilidade à fratura. Em todo o mundo, aproximadamente 200 milhões de mulheres apresentam osteoporose. Já no Brasil, cerca de 10 milhões de brasileiros sofrem desta doença. Porém, apenas um em cada três indivíduos portadores da doença é diagnosticado e um em cada cinco recebe tratamento. Além disso, estima-se que no Brasil cerca de 200 mil mulheres morrerão por complicações relacionadas às fraturas decorrentes da baixa DMO nos próximos anos. Assim, a osteoporose vem sendo um problema de saúde pública, responsável por consideráveis despesas anuais (FALONI; CERRI, 2007; GERAETS et al., 2007; MAHL; LICKS; FONTANELLA, 2008; RACHNER; KHOSLA; HOFBAUER, 2011).

Vários fatores de risco estão associados à osteoporose: histórico de fratura prévia, baixo peso e índice de massa óssea, deficiência estrogênica, envelhecimento, leucodermas, histórico familiar de osteoporose, fatores ambientais (tabagismo, consumo abusivo de bebidas alcoólicas e cafeína, inatividade física), baixa ingestão de cálcio alimentar, drogas (corticosteróides, anti-epilépticos, hormônios tireoidianos, ciclosporina), doenças endocrinológicas (hiperparatireoidismo primário, tireotoxicose, hipogonadismos, síndrome de Cushing, diabetes melito), hematológicas (mieloma múltiplo), reumatológicas (artrite reumatóide), gastroenterológicas (síndrome da má-absorção, doença inflamatória intestinal, doença celíaca) e doenças neurológicas (demência). Entretanto, o envelhecimento e a deficiência estrogênica devido à menopausa são os fatores de risco mais potentes para desencadear a osteoporose, (IKI et al., 1996; BRASIL, 2002; BUTTROS et al., 2011).

Fisiologicamente, as mulheres apresentam menor pico de massa óssea que os homens, o que lhes confere baixa densidade mineral óssea (DMO). Este fato associado à acelerada perda óssea após a menopausa resulta na maior prevalência da doença osteoporose entre as mulheres. Tal perda acelerada persiste, geralmente, por mais 5 a 10 anos após a menopausa, independentemente da idade de seu início (OHTA et al., 1996; ALBORG et al., 2001; RACHNER; KHOSLA; HOFBAUER, 2011). Num indivíduo saudável, a taxa de reabsorção e formação óssea são essencialmente as mesmas. Já em um indivíduo com osteoporose a taxa de reabsorção é mais alta que a de formação óssea. Entretanto, na osteoporose pós-menopausa, tanto a reabsorção quanto a formação estão aceleradas, conferindo alto *turnover* ósseo. Esta característica a difere da osteoporose tipo senil (MIYAJIMA; NAGAHARA; LIZUDA, 1996).

No diagnóstico da osteoporose são necessários a anamnese, o exame clínico e testes de avaliação da densidade mineral óssea. A anamnese e o exame físico devem incluir a avaliação da perda de altura e mudança de postura. A densitometria óssea pela técnica de absorção de raios X de dupla energia (DEXA) tem sido consensualmente aceita pela OMS como padrão-ouro para o diagnóstico em função da sua precisão, duração e segurança. As regiões padronizadas para o exame são a coluna lombar, o fêmur proximal, o rádio distal e o corpo total. Enquanto a mensuração da DMO da coluna lombar seria mais indicada na faixa etária perimenopausa, o fêmur proximal o seria na faixa senil, o rádio distal na suspeita de hiperparatireoidismo e o corpo total num esqueleto em desenvolvimento na faixa infanto-juvenil. As principais indicações definidas pela National Osteoporosis Foundation (1988) para a densitometria óssea compreendem: mulheres em fase peri ou pós-menopausa recente; alterações vertebrais radiográficas sugestivas de osteopenia; terapêutica prolongada com glicocorticóides; hiperparatireoidismo primário assintomático. Entretanto, a avaliação sistemática da população através deste método não tem sido recomendada como uma ferramenta de rastreio de triagem para osteoporose, pois o limitado número de profissionais capacitados e o alto custo do exame o tornam inviável (MEIRELLES, 1999; NAKAMOTO et al., 2003; GERAETS et al., 2007; MAHL; LICKS; FONTANELLA, 2008; NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH, 2011).

A definição operacional de osteoporose, sugerida pela OMS (Quadro 1), indica que valores da DMO inferiores a 2,5 desvios-padrão da média de valor de

pico em adultos jovens (escore $T \leq -2,5$) são compatíveis com o diagnóstico, devido ao alto risco de fraturas (2,3) (BRASIL, 2002; ZERBINI et al., 2007).

Quadro 1: Critérios densitométricos da Organização Mundial de Saúde*

Categoria	Escore T
Normal	Até -1 ($\geq$)
Osteopenia	Entre -1 e -2,5
Osteoporose	$\leq -2,5$
Osteoporose estabelecida	$\leq -2,5$; associada a uma fratura de fragilidade
*Critérios estabelecidos para as regiões: coluna lombar, colo do fêmur e 1/3 médio do rádio.	

Fonte: BRASIL, 2002

Fraturas vertebrais são importante manifestação da osteoporose em mulheres pós-menopausa e homens mais velhos (BUTTROS et al., 2011). Atividades diárias, tais como um simples levantamento do corpo, tosse e gargalhadas podem aumentar a carga compressiva vertebral e, em pacientes com osteoporose podem resultar em fraturas das vértebras. Pesquisas clínicas indicam que ambos os sexos que apresentam fraturas vertebrais relacionadas à osteoporose tendem a ter alterações nas vértebras bem como menor tamanho, baixa DMO e cortical óssea delgada (Quadro 2) (BRICKLEY; IVES, 2008). O conhecimento de várias deformidades patológicas em vértebras pode fornecer dados úteis se aplicados rotineiramente em análises. Fraturas vertebrais relacionadas à osteoporose ocorrem frequentemente em indivíduos com 50 anos de idade ou mais. Tais fraturas podem ser classificadas em diferentes tipos de deformidades: deformidade em cunha, bicôncava e por esmagamento. As consequências destas lesões podem variar dependendo da gravidade e do número de corpos vertebrais atingidos, podendo incluir redução da estatura e cifose, que pode levar a complicações respiratórias (BRICKLEY; IVES, 2008).

Quadro 2: Mudanças vertebrais relacionadas à idade e implicações a riscos de fratura

Mudanças vertebrais relacionadas à idade	Consequências
Reabsorção e perfuração trabecular	Redução da força óssea particularmente em mulheres. Menores cargas são requeridas para um colapso do corpo vertebral.
Perda de trabéculas horizontais	Disseminação ineficiente das cargas.
Aumento do comprimento de trabéculas verticais	Aumento da susceptibilidade às fraturas.
Perda de trabéculas verticais	Amortecimento ineficiente de cargas.
Espessamento compensatório das trabéculas remanescentes	Aumento das cargas compressivas em trabéculas remanescentes.
Espessamento que pode aumentar a fragilidade óssea	Desenvolvimento exacerbado das micro-fraturas.
Cortical óssea delgada	Aumento do risco de colapso.
Degeneração do disco intervertebral relacionada à idade	Elasticidade reduzida. Amortecimento de compressão reduzido. Aumento do risco de fraturas
Aposição periosteal relacionada à idade	Aumento transversal da área óssea. Aumento do amortecimento de cargas compressivas. Risco de fraturas reduzido, sendo maior em homens que mulheres.

Fonte: BRICKLEY; IVES, 2008

Considerando-se que pacientes odontológicos são rotineiramente submetidos a radiografias odontológicas, como a panorâmica e a telerradiografia lateral, vários índices ou técnicas de análises imaginológicas têm sido pesquisados a fim de avaliar a aplicabilidade dos exames radiográficos odontológicos para detecção da diminuição da DMO. A radiografia panorâmica já vem sendo considerada como potente método de diagnóstico de baixa DMO (VALÉRIO et al., 2013). Estas radiografias apresentam vantagens tais como baixa irradiação, larga disponibilidade para os pacientes, baixo custo e fácil demonstração de alterações morfológicas ósseas relacionadas ao envelhecimento (MEIRELLES, 1999; ROTHE et al., 2006; GERAETS et al., 2007; MAHL; LICKS; FONTANELLA, 2008; VALERIO et al., 2013).

Amplamente utilizada pelo ortodontista, a telerradiografia lateral, além da sua grande importância da cefalometria, é um dos métodos para determinar a idade e maturação esquelética por meio de vértebras cervicais. Este exame radiográfico pode apresentar grande potencial para a identificação de alterações morfológicas e morfométricas vertebrais decorrentes da baixa densidade mineral óssea (DMO), entretanto ainda há poucos trabalhos na literatura com esta associação.

De posse deste conhecimento, o odontólogo pode vir a representar importante papel na prevenção, diagnóstico precoce e triagem para exames conclusivos de osteoporose em pacientes que apresentam baixa DMO. Desta forma, tratamentos odontológicos realizados em pacientes com desequilíbrio poderiam ser evitados e retomados após o reequilíbrio das taxas de reabsorção e formação óssea, além de evitar as inúmeras consequências dos indivíduos com osteopenia e osteoporose, como fraturas e deformidades ósseas (MIYAJIMA; NAGAHARA; LIZUDA, 1996; VALERIO et al., 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar, por meio da telerradiografia lateral, possíveis alterações de vértebras cervicais em pacientes portadores da doença osteoporose pós-menopausa.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar nas telerradiografias laterais os aspectos morfológicos e morfométricos das vértebras cervicais C2, C3 e C4 de pacientes pós-menopáusicas;
- b) Verificar a existência de correlação entre as alterações morfológicas e morfométricas com os parâmetros estabelecidos pela OMS, por meio das densidades minerais ósseas da coluna lombar e do colo femoral obtidas pelo teste DEXA de densitometria óssea; estabelecer um novo índice para mensuração da morfometria das vertebrae cervicais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostra

Este estudo iniciou-se após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CAAE – 0223.0.213.000-10) (ANEXO A). Foram selecionadas para a amostra em clínicas públicas e privadas de Belo Horizontes – MG, em um universo de 1.200 mulheres 94 pacientes do gênero feminino, com idade entre 45 e 75 anos (idade média $\pm$ desvio padrão, $62,8 \pm 6,7$), que submeteram a um tratamento odontológico com solicitação de telerradiografia digital. Estas pacientes estavam no período pós-menopáusico e tinham realizado o teste de densitometria óssea (DEXA) por indicação médica.

Como parte dos critérios de inclusão, cada constituinte da amostra aceitou e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido, além de responder um questionário contendo os seguintes itens: idade, raça, última menstruação (período de amenorréia), possíveis medicamentos em uso, reposições hormonais, ovariectomia, doenças sistêmicas (endocrinológicas, hematológicas, reumatológicas, gastroenterológicas e neurológicas), possíveis vícios (fumo, álcool, entre outros), históricos familiar e de fratura(s) prévia(s), atividades físicas, peso e dieta. Selecionou-se apenas as pacientes que possuíam o mesmo resultado densitométrico em ambos os sítios (coluna lombar e colo do fêmur). Foram excluídas da amostra as pacientes que faziam uso de fumo, álcool ou medicamentos que afetam o metabolismo ósseo, pacientes com presença de doença óssea metabólica, presença de câncer, comprometimento renal, doença do fígado.

3.2 Avaliação da densidade óssea mineral e aquisição da telerradiografia lateral digital

As pacientes foram divididas em três grupos de acordo com resultado do teste de densitometria óssea, conhecido como teste de absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA - *Dual Energy X-ray Absorptiometry*), realizados usando DEXA Central (Lunar Prodigy Primo™; GE Medical Sistema lunar, Madison, WI), cobrindo a coluna lombar (L1- L4) e regiões do fêmur proximal, em concordância com a definição operacional da OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004). Desta

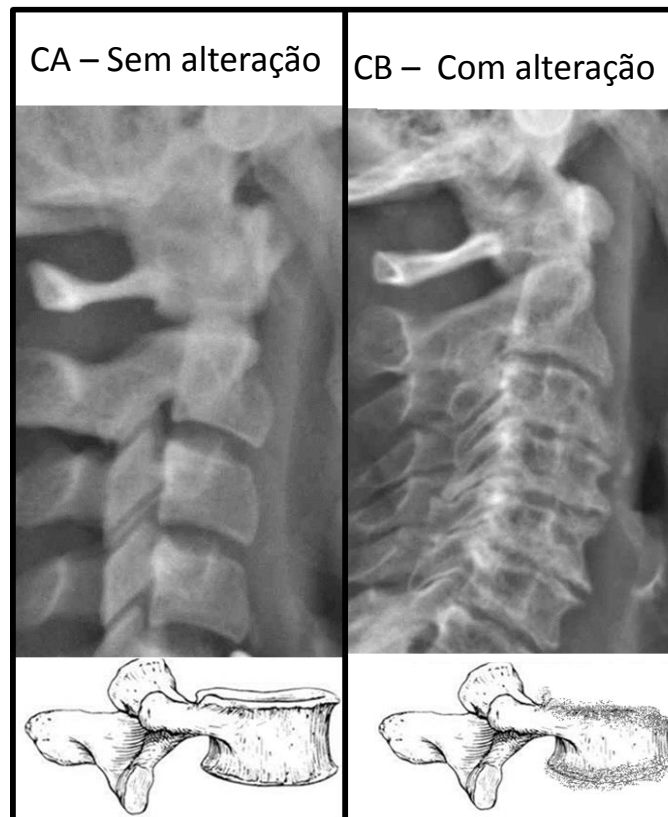
forma, 33 pacientes possuíam densidade mineral óssea normal (T-score acima de -1 desvio-padrão (DP) da média de valor de pico em adultos jovens), 31 pacientes possuíam osteopenia (T-score entre -1 e -2,5 DP da média de valor de pico em adultos jovens) e 30 pacientes osteoporose (T-score menor que -2,5 DP da média de valor de pico em adultos jovens). Os cálculos dos T-score foram baseados pela *National Health and Nutrition Examination Survey III* (NHANES III), recomendado pela *International Osteoporosis Foundation* (NATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION, 1998). A telerradiografia lateral foi obtida após o período máximo de um mês após o exame de DEXA, utilizando o aparelho KODAK 8000C Digital Panoramic and Cephalometric System^Ó (East Kodak Company, Rochester, Nova York, EUA), com 140 kHz, 60-90 kV e 2-15 mA.

3.3 Avaliação das imagens

Dois aspectos foram analisados nas telerradiografias laterais: um qualitativo, referente à forma da cortical das vértebras cervicais, e, outro, quantitativo, referente à altura, largura e concavidade das vértebras cervicais (C2, C3 e C4). As avaliações foram repetidas uma vez, por um especialista em radiologia e um especialista em ortodontia em intervalo de um mês. Tais avaliações qualitativas e quantitativas das imagens foram obtidas através do *Kodak Dental Imaging Software* (Kodak Dental Systems, Rochester, Nova York, EUA).

A morfologia da cortical óssea na telerradiografia lateral digital foi determinada pela observação da integridade das corticais superiores e inferiores das vértebras cervicais, o qual foi proposto um novo índice cortical cervical (*cervical cortical index – CCI*) baseado no índice cortical mandibular (*mandibular cortical index MCI*) descrita por Klemetti, Kolmakov e Kroger (1994): CA = cortical sem alteração, em que a margem da cortical cervical apresenta-se lisa, delgada e contínua; e CB = cortical com alteração, em que a margem da cortical cervical apresenta-se irregular, espessa e/ou descontínua (Fig. 2).

Figura 2: Imagens e esquemas demonstrando o novo índice cortical cervical (CCI), CA para cortical sem alteração e CB para cortical com alteração



Fonte: Elaborado pela autora

A morfometria cervical foi realizada por meio das mensurações, em milímetros, das corticais anteriores, posteriores e superiores das vértebras C3 e C4, e corticais inferiores e profundidade da concavidade inferior das vértebras C2, C3 e C4. Para a mensuração da profundidade concavidade, utilizaram-se os pontos cefalométricos descritos por Baccetti, Franchi e McNamara Júnior (2005) (Fig. 3).

Figura 3: Aquisição da morfometria cervical: corticais anteriores, posteriores e superiores das vértebras C3 e C4, corticais inferiores das vertebrae C2, C3 e C4 e profundidade da concavidade das vértebras C2, C3 e C4



Fonte: Elaborado pela autora

As telerradiografias laterais digitais foram avaliadas por dois examinadores, um especialista em radiologia oral e outro especialista em ortodontia, os quais foram treinados e calibrados. As avaliações foram do tipo duplo cego. As avaliações foram realizadas duas vezes, com intervalo de 1 mês, para avaliação da repetibilidade inter e intraexaminadores.

3.4 Análises estatísticas

As concordâncias intra e interexaminadores foram avaliadas pelo coeficiente Kappa. Para interpretação do teste Kappa, valores de 0,81-1,00 indicam

concordância excelente, valores de 0,61-0,80 indicam boa concordância, 0,41-0,60 indicam concordância moderada, 0,21-0,40 indicam fraca concordância e valores menores de 0,20 indicam concordância pobre.

O teste X^2 foi utilizado para determinar a associação entre a densidade mineral óssea (DMO) (avaliação do DEXA) e os achados morfológicos da cortical óssea cervical (índice CCI). O nível de significância foi $p < 0,01$. A área sob a curva de ROC (valores Az) foi calculada através do software BioEstat 5.0 (Belém, Brasil) com a finalidade de determinar a sensibilidade e especificidade do método (telerradiografia lateral digital). Além do verdadeiro positivo (sensibilidade) e verdadeiro negativo (especificidade), foram calculados, os falsos positivos e falsos negativos.

Na análise dos dados morfométricos, a análise de variância (ANOVA - teste de Tukey) foi utilizado para determinar as possíveis diferenças entre o estado de densidade mineral óssea (avaliação DEXA) e medidas morfométricas das alturas, larguras profundidade de concavidade inferior de cada vértebra cervical selecionada C2, C3 e C4). O nível de significância foi $p < 0,05$.

4 ARTIGO

Validação da telerradiografia lateral digital como meio auxiliar na identificação de pacientes com baixa densidade mineral óssea em mulheres pós-menopausa.

Artigo a ser submetido à revista Dentomaxillofacial Radiology (Qualis A1), cujas normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <http://dmfr.birjournals.org>.

Validation of digital lateral radiography as an aid in identifying patients with low bone mineral density in postmenopausal women.

OS Silveira ¹, FR Manzi^{1*}

¹Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

*Correspondência para o autor:

Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi. Av. Dom José Gaspar, Prédio 45 – Clínica de Radiologia Coração Eucarístico, Belo Horizonte – MG - CEP: 30535-901 - Telefone: 55 31 33194591-
manzi@pucminas.br

ABSTRACT

Objectives: Correlating radiomorphometric index obtained through digital lateral radiograph with bone mineral density (BMD) measured by dual energy X-ray absorptiometry test (DEXA - Dual Energy X-ray Absorptiometry), in a post menopausal female population in order to identify patients with low bone mineral density.

Methodology: The cortical morphology of the vertebrae was assessed using a new cervical cortical index (CCI), by observing the integrity of C2, C3 and C4, cortical cervical vertebrae being classified in CA for cortical without alterations and CB for with alterations in 94 female patients who had undergone evaluation by DEXA. From these patients, 31 were diagnosed with osteopenia, 30 with osteoporosis and 33 were normal. The morphometry was performed using the measurements of anterior, posterior, upper and lower cortical of C2, C3 and C4 cervical vertebrae and the depth of the lower concavity of these vertebrae. Statistical analysis was performed using the X^2 test and ANOVA (Tukey test), as well as obtaining the ROC curve.

Results: There was a statistically significant association between bone mineral density and the CCI for osteoporosis group ($p < 0.01$), but there was no statistically significant association between bone mineral density and CCI for osteopenia group ($p > 0.05$). In association between BMD status (DEXA evaluation) and morphometric measurements of the cervical indexes, showed a statistically significant difference between the osteoporosis group compared with the normal and osteopenia groups in C2, C3, C4 concavity and C4 posterior cortical, osteoporosis group compared with the normal group in C2 and C4 lower cortical and the anterior cortical osteopenia group compared with the normal group in C2 lower cortical.

Conclusions: The morphometric indexes, especially the morphological, with the proposed new CCI index, evaluated in digital lateral radiography are capable of identifying postmenopausal women with low bone density, especially in more advanced cases (osteoporosis) and can be used as medical referral for appropriate treatment.

Keywords: bone density; osteoporosis; radiography.

Introduction

The increase in life expectancy with the aesthetic requirement is growing more and more and affects the dentistry. Orthodontics for adults comes to meet this current need and knowledge of systemic alterations that affect adults and directly affect the orthodontic treatment is increasingly necessary.^{1,2,3,4}

Osteoporosis, a disease which is currently considered an important public health problem, affects on a significant scale the world's adult population, in particular women who have reached the physiological process of menopause.^{5,6,7,8} According to the World Health Organization (WHO), osteoporosis is a systemic skeletal disease characterized by low bone mineral density (BMD), microarchitectural deterioration, causing increased fragility and susceptibility to fracture. Worldwide, approximately 200 million women have osteoporosis. In addition, many women will die from complications related to fractures resulting from low BMD in the coming years. Thus, osteoporosis has been a public health problem, responsible for considerable annual expenses.^{5,6,7,8}

Several risk factors are associated with osteoporosis: a history of previous fracture, low weight and bone mass index, estrogen deficiency, aging, Caucasian, family history of osteoporosis, environmental factors (smoking, excessive consumption of alcoholic beverages and caffeine, physical inactivity), low dietary calcium intake, drugs (corticosteroids, anti-epileptics, thyroid hormones, cyclosporine), endocrine disorders (primary hyperparathyroidism, thyrotoxicosis, hypogonadism, Cushing's syndrome, diabetes mellitus), hematologic (multiple myeloma), rheumatic (rheumatoid arthritis), gastroenterology (from malabsorption syndrome, inflammatory bowel disease, celiac disease) and neurological diseases (dementia). However, aging and estrogen deficiency due to menopause are the strongest risk factors for triggering the osteoporosis.^{9,10}

Physiologically, women have less bone mass peak than men, giving them low bone mineral density (BMD). This fact is associated with accelerated bone loss after menopause results in a higher prevalence of the osteoporosis disease among women. Such loss persists usually for over 5 to 10 years after menopause, regardless of their age of its beginning.^{8,11,12} In a healthy individual, the rate of bone resorption and formation are essentially the same. Now, in a person with osteoporosis the bone resorption rate is higher than bone formation. However, postmenopausal osteoporosis, both resorption as the formation is accelerated, providing high bone *turnover*. This characteristic differs from osteoporosis senile type.¹³

In the diagnosis of osteoporosis the anamnesis, clinical examination and evaluation tests in bone mineral density are needed. Anamnesis and physical examination must include the evaluation of height loss and change in posture. Bone densitometry by absorption technique for dual-energy X-ray (DEXA) has been consensually accepted by WHO as the gold standard for diagnosis according to its accuracy, duration and safety. Regions standardized for the exam are the lumbar spine, proximal femur, distal radius and total body. While the measurement of BMD of the lumbar spine would be most appropriate perimenopausal age group, the proximal femur would be in senile group, the distal radius on suspicion of hyperparathyroidism and the total body in skeleton development in children and youth range. The main defined indications for bone densitometry include: women in peri or recent post-menopause; radiographic vertebral abnormalities suggestive of osteopenia; prolonged therapy with glucocorticoids; asymptomatic primary hyperparathyroidism. However, the systematic evaluation of the population by this method has not been recommended as a sorting screening tool for osteoporosis because of the limited number of trained professionals and the high cost of examination makes it impossible.^{1,6,7, 14,15,16}

Considering that dental patients are routinely subjected to dental radiographs, such as panoramic and lateral radiograph, several indexes or imaginological analysis techniques have been studied to assess the applicability of dental radiographs for detecting loss of BMD. Panoramic radiography has already been considered as a powerful diagnostic method of low BMD.⁴ These radiographs present advantages such as low irradiation, high availability to patients, low cost and easy demonstration of bone morphological changes related to aging.^{1,2,4,6,7}

Widely used by the orthodontist, the lateral radiograph, besides its great importance of Cephalometry is one of the methods to determine the age and skeletal maturation by cervical vertebrae. This radiographic examination may show great potential for the identification of vertebral morphological alterations resulting from low bone mineral density (BMD), however there are still no studies in the literature with this association.

Having this knowledge, the dentist can come to represent an important role in prevention, early diagnosis and screening for conclusive tests of osteoporosis in patients with low BMD. Thus, dental treatments in uncontrolled patients could be avoided and resume after the rebalancing of resorption and bone formation rates and, in addition to avoid the many consequences of individuals with osteopenia and osteoporosis, such as fractures and bone deformities.^{4,13}

So this study aims to identify, through the lateral radiograph, possible alterations of cervical vertebrae in patients with the postmenopausal osteoporosis disease.

Material e methods

Sample

This study started after approval of the research project by the Ethics Committee of the Pontifical Catholic University of Minas Gerais (CAAE -0223.0.213.000-10) (Appendix A). The sample was selected in public and private clinics of Belo Horizonte- MG, in a universe of 1,200 women, but only 94 female patients, aged between 45 and 75 years old (average age $\pm$ standard deviation, $62.8 \pm 6, 7$) which underwent dental treatment with a digital radiography request consisted the sample. These patients were in postmenopausal period and had undergone the bone densitometry test (DEXA) by medical indication.

As part of the inclusion criteria, each constituent of the sample accepted and signed the informed consent, in addition to completing a questionnaire containing the following items: age, race, last menstruation (amenorrhea period), possible medications in use, hormonal replacement, ovariectomy, systemic diseases (endocrine, hematologic, rheumatologic, gastroenterological and neurological), possible addictions (smoking, alcohol, among others), family histories and prior fracture(s), physical activity, weight and diet. It was selected only the patients who had the same densitometry result at both places (lumbar spine and femoral neck). Patients who used tobacco, alcohol or medication affecting bone metabolism, patients with presence of metabolic bone disease, presence of cancer, kidney damage, liver disease, destructive bone lesion in the jaw, previous surgery in the jaw , presence of non-vertebral fracture or vertebral osteoporotic BMD at the time of the test were excluded from the sample.

Evaluation of bone mineral density and acquisition of digital lateral radiography

The patients were divided into three groups according to results of bone densitometry test, known as the dual energy X-ray absorptiometry test (DEXA - Dual Energy X-ray Absorptiometry) performed using Central DEXA (Lunar Prodigy Primo TM, GE Medical System lunar, Madison, WI) covering the lumbar spine (L1-L4) and regions of the proximal femur, in accordance with the operational definition of WHO.¹⁷ Thus, 33 patients had normal

bone mineral density (T-score above -1 standard deviation (SD) of the peak value average in young adults), 31 patients had osteopenia (T-score between -1 and -2.5 SD of peak value average in young adults) and 30 patients osteoporosis (T-score less than -2.5 SD of peak value average in young adults). The T-score calculations were based by the National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES III), recommended by the International Osteoporosis Foundation.¹⁴ The lateral radiograph was obtained after the maximum period of one month after the examination of DEXA using the apparatus KODAK 8000C Digital Panoramic and Cephalometric System[®] (East Kodak Company, Rochester, New York, USA) with 140 kHz, 60-90 kV and 2-15 mA. Qualitative and quantitative evaluations of the images were obtained by *Kodak Dental Imaging Software* (Kodak Dental Systems, Rochester, New York, USA).

Evaluation of images

Two aspects were analyzed in lateral radiographs: a qualitative one, referring to the cortical shape of cervical vertebrae, and, second, quantitative, referring to the height, width and concavity of the cervical vertebrae (C2, C3 and C4). The measurements were repeated once at one month intervals.

The cortical bone morphology in digital lateral radiograph was determined by observing the integrity of the upper and lower cervical vertebrae cortical, which was proposed a new cervical cortical index (*cervical cortical index – CCI*) based on the mandibular cortical index (*mandibular cortical index MCI*)¹⁸: CA = cortical without alteration, where the margin of the cervical cortical presents smooth, thin and continuous; and CB = cortical alteration in the cervical margin of the cortical presents irregular, thick and / or discontinuous (Figure 1).



Figure 1: Images and diagrams demonstrating the new cervical cortical index (CCI), CA to cortical without alteration and CB to cortical with alteration.

The cervical morphometry was performed using the measurements in millimeters, of the anterior, posterior and upper cortical of C3 and C4 vertebrae , and lower cortical and depth of the lower concavity of the C2, C3 and C4 vertebrae. To measure the depth concavity, we used the cephalometric points ¹⁹ (Figure 2).



Figure 2: Acquisition of cervical morphometry: anterior, posterior and upper cortical of C3 and C4 vertebrae, lower cortical of C2, C3 and C4 vertebrae and depth of the concavity of C2, C3 and C4 vertebrae.

Digital lateral radiographs were evaluated by two examiners, one is a specialist in oral radiology and other specialist in orthodontics, which were trained and calibrated. The evaluations were double blind type. The evaluations were performed twice, with an interval of one month to evaluate the repeatability and inter Intra-examiner.

Statistical analysis

The intra and inter concordance were evaluated by Kappa coefficient. For interpretation of the Kappa test, 0.81-1.00 values indicate excellent concordance, 0.61 to 0.80 values indicate good concordance, 0.41 to 0.60 indicate moderate concordance, 0.21 to 0.40 indicate poor concordance and values less than 0.20 indicate poor concordance.

The X^2 test was used to determine the association between bone mineral density (BMD) (evaluation of DEXA) and the morphological findings of cervical bone cortex (CCI index). The level of significance was $p < 0.01$. The area under the ROC curve (Az values) were calculated using the BioEstat 5.0 software (Belém, Brazil) in order to determine the sensitivity and specificity of the method (digital lateral radiography). In addition to the true positive (sensitivity) and true negative (specificity) were calculated, false positives and false negatives.

In the analysis of morphometric data, analysis of variance (ANOVA - Tukey test) was used to determine the association between the state of bone mineral density (DEXA evaluation) and morphometric measurements of heights, widths, depth of lower concavity of each selected cervical C2, C3 and C4 vertebra). The level of significance was $p < 0.05$.

Results

From 94 postmenopausal women who participated in this study, 33 (35.11%) were normal, 31 (32.98%) had osteopenia and 30 (31.91%) had osteoporosis with skeletal base in BMD (bone mineral density).

In the analysis of morphometric and morphological indexes, weighted kappa value for intra-observer was more than 0.84 between the two measurements of the two observers. Similarly, the considerate value of kappa for interobserver concordance was more than 0.80 for all indexes. These results show excellent intra and inter observer concordance.

The X^2 test showed a statistically significant association between BMD skeletal and CCI (Cervical Cortical Index) ($p = 0.0002$) for the osteoporosis group, but these tests did not show a statistically significant association between BMD skeletal and CI ($p = 0, 12$) for osteopenia group. The areas under the curve was 0.90 (osteoporosis) and 0.62 (osteopenia) with 90% sensitivity and 91% specificity for osteoporosis and 70% sensitivity and 55% specificity of osteopenia (Figure 3). The positive predictive value and negative predictive value were determined to be 91% and 90% for osteopenia and 22% and 90% for osteoporosis, respectively.

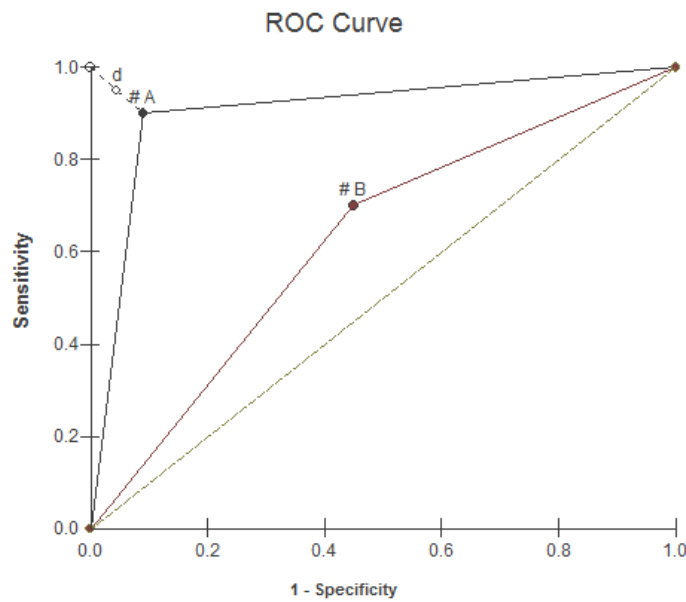


Figure 3 - Receiver operating characteristic (ROC) curve to determine sensitivity and specificity by evaluating the changes in the appearance of the mandible cortical index observed on digital panoramic radiographs for the lower bone mineral density group (osteopenia and osteoporosis). Osteoporosis area under ROC curve A = 0.90 and osteopenia area under ROC curve B = 0.62.

The analysis of variance ($p < 0.01$, ANOVA - Tukey test) was used to determine the association between BMD status (DEXA evaluation) and morphometric measurements of the cervical indexes. Table 1 shows that there was a statistically significant difference between the group of osteoporosis compared to normal groups and osteopenia in C2, C3, C4 concavity and C4 posterior cortex, the osteoporosis group compared with the normal group and in the C2 lower cortical and in the C4 anterior cortical and osteopenia group compared with the normal group C2 width.

Table 1 - Comparison of the average values and standard deviation ($\pm$ SD) of the mandibular cortical in mm for different groups

	Without alteration (M $\pm$ SD)	Osteopenia (M $\pm$ SD)	Osteoporosis (M $\pm$ SD)
C2 Lower Cortical	1,56 $\pm$ 0,18	1,44* $\pm$ 0,15	1,43** $\pm$ 0,16
C2 Concavity	0,21 $\pm$ 0,05	0,19 $\pm$ 0,04	0,16*** $\pm$ 0,03
C3 Posterior Cortical	1,35 $\pm$ 0,10	1,29 $\pm$ 0,11	1,27 $\pm$ 0,14
C3 Anterior Cortical	1,26 $\pm$ 0,12	1,25 $\pm$ 0,12	1,21 $\pm$ 0,11
C3 Upper Cortical	1,45 $\pm$ 0,11	1,42 $\pm$ 0,13	1,42 $\pm$ 0,10
C3 Lower Cortical	1,65 $\pm$ 0,14	1,57 $\pm$ 0,18	1,56 $\pm$ 0,14
C3 Concavity	0,20 $\pm$ 0,03	0,20 $\pm$ 0,03	0,17*** $\pm$ 0,04
C4 Posterior Cortical	1,29 $\pm$ 0,09	1,27 $\pm$ 0,07	1,19*** $\pm$ 0,08
C4 Anterior Cortical	1,23 $\pm$ 0,15	1,21 $\pm$ 0,10	1,11** $\pm$ 0,12
C4 Upper Cortical	1,50 $\pm$ 0,14	1,49 $\pm$ 0,12	1,47 $\pm$ 0,14
C4 Lower Cortical	1,64 $\pm$ 0,12	1,62 $\pm$ 0,18	1,61 $\pm$ 0,18
C4 Concavity	0,19 $\pm$ 0,04	0,19 $\pm$ 0,06	0,16*** $\pm$ 0,04

* Significant differences between the osteopenia group and normal groups, ** significant differences between the osteoporosis group and the normal group and *** significant differences between the osteoporosis group and the normal group / osteopenia according to the Tukey test ($p < 0.05$).

Discussion

In this study, the data evaluated from the digital lateral radiography were compared with bone mineral density (BMD) measured by dual energy X-ray absorptiometry test (DEXA - Dual Energy X-ray Absorptiometry). The WHO classification of BMD for diagnosis of osteoporosis is based on cross-sectional data in postmenopausal women, showing a consistent correlation between BMD, values obtained by DEXA and fracture risk, and it is considered the non-invasive gold standard diagnostic method to osteoporosis.²⁰ Several places can be used to perform DEXA, however the most common locals and with greater loyalty results are the projections of the anteroposterior of the spine and hip.

As the pattern and magnitude of bone loss does not occur homogeneously in all skeletal places, the same patient may experience different stages of bone loss at each analyzed local resulting in errors in the global classification.²¹ In order to correctly classify patients of this study, women were selected who were in the postmenopausal period and had the same diagnosis by DEXA in the two evaluation places (spine and hip) in the evaluation of BMD in the period up to 1 month after the day of digital lateral radiography.

In some studies on correlation of BMD with morphometric and morphological indexes, show poor or moderate inter and intra-examiner relationship for Kappa values and attributed these results to variations in the trial of examiners.^{22,23} In this study, it was found for all indexes an inter examiners Kappa value more than 0.80 and intra-examiner were more than 0.84, showing excellent concordance. This high concordance can be assigned by the professional experience of the examiner, in addition to training and previous calibration.⁴

Visual analysis for osteoporosis detection is performed taking into consideration the increase in vertebral radiolucency with thinning of the bone cortical.²⁴ The increased of radiolucency is the result of resorption and the thinning of the bone trabecular. These bone trabecular alterations are more pronounced in the axial skeleton and the ends of long bones of the appendicular skeleton (joust-articular portion) due to their larger amount of trabecular bone. The loss of trabecular bone occurs in a predictable way: initially lose the secondary trabecular with emphasis on the primary trabecular, in the spine is visible as thinning of the trabecular horizontal and vertical prominence. As a result of the loss of trabecular bone, the tapered cortical generally appears to be thicker, giving the impression of a line that demarcates the vertebral body²⁵ and in a subsequent phase of BMD decrease, this cortical becomes irregular and porous. In the morphological analysis of the present study, we

observed significant difference between BMD and the proposed new cervical index (ICC) in patients with osteoporosis. In patients with osteopenia, there was no statistical difference between this new index with patients with no decrease in bone mineral density (Normal), which can be explained by absorption of X-rays in a conventional radiograph, in which it is often possible to detect bone alterations/ losses when there is more than 30% of the bone structure loss.²⁶

Unlike DEXA, spine radiographs are still the only approved type for diagnosis of vertebral fracture by *the US Food and Drug Administration (FDA)*,²⁷ but such radiographs do not cover the cervical vertebrae, on the contrary of the present study that there is focus on the vertebrae cervical that as the rest of the vertebral set assists in the identification of bone mineral density.

The radiographic imaging enlargement ratio is an important factor in the comparative evaluation in cross-sectional and longitudinal studies. It is known that most orthodontic studies is based on cephalometric analysis and it is important that measures are carried out in lateral radiographs obtained in the same radiographic apparatus.²⁸ Radiographic enlargement may present high positive correlation with the linear measurements, being responsible for significant variations measurements, regardless of the location of anatomical points. Now, in angular measurements, the image enlargement does not provide significant modifications.²⁹ To standardize the present study, the digital lateral radiographs of 94 patients were acquired in the same apparatus, using cephalostat which allows the median sagittal plane of the individual to remain parallel to the radiographic film and perpendicular to the X-ray beams, respecting the Frankfurt horizontal plane.

With respect to methodology, there are no studies correlating DEXA exam to digital lateral radiography. The advantages of digital techniques as compared with conventional techniques are its low radiation, image communication faster, less need for storage space, and less contamination environment.^{30,31} The observers can utilize alterations in brightness, contrast and expansion to improve the repeatability of any study.³¹

A wide variety of methods for non-invasive assessment of bone architecture have been developed, most of which are based on the use of ionizing radiation. Although the doses of ionizing radiation during X-ray imaging techniques are relatively low, the use of radiological methods for evaluating the state of increased bone rapidamente.³² this study we chose a technique that is widely used by dentists, as these professionals are increasingly being sought by the adult population over 50 years. The ultimate goal of this study is to present another method for image widely used in clinical practice to identify patients with osteoporosis, since

this disease are often discovered in a late stage with very serious consequences. Since the WHO does not indicate the exam as DEXA screening test to screen patients with BMD loss, and osteoporosis is a silent disease, it is necessary to have other tools to identify these patients.

A wide variety of methods for non-invasive evaluation of bone architecture have been developed, most of which are based on the use of ionizing radiation. Although the doses of ionizing radiation during X-ray imaging techniques are relatively low, the use of radiological methods for evaluating the state of bone quickly increased.³² In this study we chose a technique that is widely used by dentists, as these professionals are increasingly being sought by the adult population over 50 years old. The ultimate goal of this study is to present another method for image widely used in clinical routine to early identify patients with osteoporosis, once this diseases are often discovered in a late stage with very serious consequences. Since the WHO does not indicate the DEXA exam as a preventive screening test to screen patients with BMD loss, and osteoporosis is a silent disease, it is necessary to have other tools to identify these patients.

In conclusion, the new morphological index proposed in this study (ICC) and some morphometric parameters (concavity of C2, C3 and C4 vertebrae, C2 lower cortical and C4 anterior and posterior cortical), used and evaluated in digital lateral radiography are capable of identifying postmenopausal women with low bone density, particularly in advanced cases, in other words, patients with osteoporosis case. Identifying these patients, they must be referred to a doctor for appropriate treatment.

References

1. Meirelles ES. Diagnóstico por Imagem na Osteoporose. Arq Bras Endocrinol Metabol 1999 dez; **43** (6): 423-7.
2. Rothe LE, Bollen A-M, Little RM, Herring SW, Chaison JB, Chen C, et al. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. Am J Orthod Dentofac Orthop 2006 Oct; **130** (4): 476-84.
3. Mayarí GT, Lugo RO. Evaluación de la maduración ósea a través de las vértebras cervicales en pacientes de ortodoncia. Rev Cubana Estomatol 2010; **47** (3): 326-35.
4. Valerio CS, Trindade AM, Mazzeiro ÊT, Amaral TP, Manzi FR. Use of digital panoramic radiography as an auxiliary means of low bone mineral density detection in post-menopausal women. Dentomaxillofac Radiol 2013; **42** (10): 1.
5. Faloni APS, Cerri PS. Mecanismos celulares e moleculares do estrógeno na reabsorção óssea. Rev Odontol UNESP 2007; **36** (2): 181-8.
6. Geraets WGM, Verheij JGC, Van der Stelt PF, Horner K, Lindh C, Nicopoulou-Karayianni K, et al. Prediction of bone mineral density with dental radiographs. Bone 2007; **40**: 1217-21.
7. Mahl CRW, Licks R, Fontanella VRC. Comparison of morphometric indices obtained from dental panoramic radiography for identifying individuals with osteoporosis/osteopenia. Radiol Brasil 2008 May/June; **41** (3): 183-7.
8. Rachner TD, Khosla S, Hofbauer LC. Osteoporosis: now and the future. Lancet 2011; **377**: 1276-87.
9. Iki M, Dohi H, Nishino H, Kajita E, Kusaka Y, Tsuchida C, et al. Relative contributions of age and menopause to the vertebral bone density of healthy japanese women. Bone 1996 June; **18** (6): 617-20.
10. Buttros DAB, Nahas-Neto J, Nahas EAP, Cangussu LM, Barral ABCR, Kawakami MS et al. Fatores de risco para osteoporose em mulheres na pós-menopausa do sudeste brasileiro. Rev Brasil Ginecol Obstetr 2011; **33** (6): 295-302.
11. Ohta H, Sugimoto I, Masuda A, Komukai S, Suda Y, Makita K, et al. Decreased bone mineral density associated with early menopause progresses for a least ten years: cross-sectional comparisons between early and normal menopausal women. Bone 1996 Mar; **18** (3): 227-31.

12. Alborg HG, Johnell O, Nilsson BE, Jeppsson S, Rannevik G, Karlsson MK, et al. Bone Loss in relation to menopause: a prospective study during 16 years. *Bone* 2001 Mar; **28** (3): 327-31.
13. Miyajima K, Nagahara K, Lizuda T. Orthodontic treatment for a patient after menopause. *Angle Orthodont* 1996; **66** (3): 173-8.
14. National Osteoporosis Foundation. Osteoporosis: review of the evidence for prevention, diagnosis and treatment and costeffective analysis. *Osteoporos Int* 1988; **8** (Suppl. 4): S7-S80.
15. Nakamoto T, Taguchi A, Ohtsuka M, Suei Y, Fujita M, Tanimoto K, et al. Dental panoramic radiograph as a tool to detect postmenopausal women with low bone mineral density: untrained general dental practitioners diagnostic performance. *Osteoporos Int* 2003 June; **14**: 659-64.
16. National Institutes of Health. Osteoporosis Overview. 2011. Disponível em: http://www.niams.nih.gov/Health_Info/Bone/Osteoporosis/overview.asp>. Acesso em: 31 maio 2013.
17. World Health Organization. WHO Scientific Group on the assessment of osteoporosis at the primary health care level. Summary meeting report. Brussels, Belgium, 2004. Disponível em: <<http://www.who.int/chp/topics/Osteoporosis.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
18. Klemetti E, Kolmakov S, Kroger H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. *Scand J Dent Res* 1994; **102**: 68-72.
19. Baccetti T, Franchi L, McNamara Júnior JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthodont* 2005 Sept; **11** (3): 119-29.
20. Lewiecki EM, Watts NB, McClung MR, Petak SM, Bachrach LK, Shepherd JA, et al. Official positions of the International Society for Clinical Densitometry. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; **89**: 3651-5.
21. Arlot ME, Sornay-Rendu E, Garnero P, Vey-Marty B, Delmas PD. Apparent pre- and postmenopausal bone loss evaluated by DXA at different skeletal sites in women: the OFELY cohort. *J Bone Miner Res* 1997; **12**: 683-90.
22. Horner K, Devlin H. The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; **27**: 17-21.

23. Devlin CV, Horner K, Devlin H. Variability in measurement of radiomorphometric indices by general dental practitioners. *Dentomaxillofac Radiol* 2001; **30**: 120-5.
24. Guglielmi G, Muscarella S, Leone A, Peh WCG. Imaging of Metabolic Bone Diseases. *Radiol Clin N Am* 2008; **46**: 735-54.
25. Guglielmi G, Muscarella S, Bazzocchi A. Integrated Imaging Approach to Osteoporosis: State-of-the-Art Review and Update. *Radiographics: a review publication. Radiolog Soc North Am, Inc.* 2011; **31** (5): 1343-64.
26. Harris WH, Heaney RP. Skeletal Renewal and Metabolic Bone Disease *N Engl J Med* 1969 Jan; **280**: 193-202.
27. Diacinti D, Guglielmi G. Vertebral morphometry. *Radiol Clin N Am* 2010; **48**: 561-75.
28. Hsiao TH, Chang HP, Liu KM. A method of magnification correction for posteroanterior radiographic cephalometry. *Angle Orthod.* 1997; **67** (2): 137-42.
29. Rino Neto J, Paiva JB, Queiroz GV, Attizzani MF, Miasiro Junior H. Evaluation of radiographic magnification in lateral cephalograms obtained with different X-ray devices: Experimental study in human dry skull. *Dental Press J Orthod* 2013 Mar/Apr; **18** (2): 17.
30. Devlin H, Horner K. Diagnosis of osteoporosis in oral health care. *J Oral Rehabil* 2008; **35**: 152-7.
31. Molander B, Grondahl HG, Ekestubbe A. Quality of film-based and digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004; **33**: 32-6.
32. Damilakis J, Adams JE, Guglielmi G, Link T M. Radiation exposure in X-ray-based imaging techniques used in osteoporosis. *Eur Radiol* 2010; **20**: 2707-14.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O novo índice morfológico proposto neste estudo (ICC) e alguns parâmetros morfométricos (concavidade das vértebras C2, C3 e C4; cortical inferior da C2 e corticais anterior e posterior da C4), utilizado e avaliado em telerradiografia lateral digital são capazes de identificar as mulheres pós-menopáusicas com baixa densidade óssea, principalmente em casos mais avançados, ou seja, pacientes com quadro de osteoporose. Na identificação destas pacientes, as mesmas devem ser encaminhadas ao médico para o tratamento adequado.

REFERÊNCIAS

ALBORG, H.G. et al. Bone Loss in Relation to Menopause: a prospective study during 16 years. **Bone**, Sweden, v.28, n.3, p. 327-331, Mar. 2001.

BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; McNAMARA Jr. J.A. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. **Seminars in Orthodontics**, Florence, v.11, n.3, p. 119-129, Sept. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.470, de 24 de julho de 2002. **Protocolos Clínicos e Diretrizes Terapêuticas: Osteoporose**. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/dsra/protocolos/do_o28_01.pdf>. Acesso em: 31 maio 2013.

BRICKLEY, M.; IVES, R.I. **The bioarchaeology of metabolic bone disease**. 1. ed. Oxford: Elsevier, 2008. 321p.

BUTTROS, D.A.B. et al. Fatores de risco para osteoporose em mulheres na pós-menopausa do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**. v.33, n.6, p. 295-302, 2011.

FALONI, A.P.S.; CERRI, P.S. Mecanismos celulares e moleculares do estrogênio na reabsorção óssea. **Revista de Odontologia da UNESP**, São Paulo, v.36, n.2, p. 181-188, 2007.

GERAETS, W.G.M. et al. Prediction of bone mineral density with dental radiographs. **Bone**, Amsterdam, v.40, p. 1217-1221, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2010** [Internet]. Estudos & Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica, 2012, n.29, p. 293. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/indic_sociosaude/2009/indic_sau de.pdf>. Acesso em: 31 maio 2013.

IKI, M. et al. Relative Contributions of Age and Menopause to the Vertebral Bone Density of Healthy Japanese Women. **Bone**, Matsuoka, v.18, n.6, p. 617-620, June 1996.

KLEMETTI, E.; KOLMAKOV, S.; KROGER, H. Pantomography in assessment of the osteoporosis risk group. **Scandinavian Journal of Dental Research**, v.102, p. 68-72, 1994.

MAHL, C.R.W; LICKS, R.; FONTANELLA, V.R.C. Comparison of morphometric indices obtained from dental panoramic radiography for identifying individuals with osteoporosis/osteopenia. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v.41, n.3, p. 183-187, May/June 2008.

MAYARÍ, G.T.; LUGO, R.O. Evaluación de la maduración ósea a través de las

vértebras cervicais em pacientes de ortodontia. **Revista Cubana de Estomatología**, v.47, n.3, p. 326-335, 2010.

MEIRELLES, E.S. Diagnóstico por Imagem na Osteoporose. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v.43, n.6, p. 423-427, dez. 1999.

MIYAJIMA, K.; NAGAHARA, K.; LIZUDA, T. Orthodontic treatment for a patient after menopause. **The Angle Orthodontist**, v.66, n.3, p. 173-178, 1996.

NAKAMOTO, T. et al. Dental panoramic radiograph as a tool to detect postmenopausal women with low bone mineral density: untrained general dental practitioners diagnostic performance. **Osteoporosis International**, v.14, p. 659-664, June 2003.

NATIONAL INSTITUTES OF HEALTH. **Osteoporosis Overview**. 2011. Disponível em: http://www.niams.nih.gov/Health_Info/Bone/Osteoporosis/overview.asp. Acesso em: 31 maio 2013.

NATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION. Osteoporosis: review of the evidence for prevention, diagnosis and treatment and costeffective analysis. **Osteoporosis International**, v.8, n.(Suppl. 4), p. S7-S80, 1988.

OHTA, H. et al. Decreased bone mineral density associated with early menopause progresses for a least ten years: cross-sectional comparisons between early and normal menopausal women. **Bone**, v.18, n.3, p. 227-231, Mar. 1996.

RACHNER, T.D; KHOSLA, S.; HOFBAUER, L.C. Osteoporosis: now and the future. **Lancet**, v.377, p. 1276-1287, 2011.

ROTHER, L.E. et al. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. **American Journal of Orthodontics and Orthopedics**, Saint Louis, v.130, n.4, p. 476-484, Oct. 2006.

VALERIO, C.S. et al. Use of digital panoramic radiography as an auxiliary means of low bone mineral density detection in post-menopausal women. **Dentomaxillofacial Radiology**, v.42, n.10, p.1, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO Scientific Group on the assessment of osteoporosis at the primary health care level**. Summary meeting report. Brussels, Belgium, 2004. Disponível em: <<http://www.who.int/chp/topics/Osteoporosis.pdf>>. Acesso em 14 nov. 2011.

ZERBINI, C.A.F. et al. Densitometria clínica: posições oficiais. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.47, n.1, p. 23-33, 2007.

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Pró-Reitoria de Pesquisa e de Pós-Graduação
Comitê de Ética em Pesquisa

Belo Horizonte, 28 de abril de 2011

De: Profa. Maria Beatriz Rios Ricci
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa

Para: Alessandra Marques Trindade
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Prezado (a) pesquisador (a),

O Projeto de Pesquisa CAAE – 0223.0.213.000-10 “*Morfologia e morfometria de vértebras cervicais em pacientes pós-menopausa: avaliação em telerradiografia lateral*” foi **aprovado** pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas.

Informamos que, por solicitação da CONEP/MS – Carta Circular 003/2011 –, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverá conter rubrica do sujeito da pesquisa ou seu representante (se for o caso) e rubrica do pesquisador responsável em todas as folhas, além das assinaturas na última página do referido Termo.

Atenciosamente,

Profa. Maria Beatriz Rios Ricci
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa – PUC Minas