



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM ODONTOLOGIA
ESTOMATOLOGIA CLÍNICA

**DETECÇÃO DE LESÕES PERIAPICAIS INCIPIENTES POR SUBTRAÇÃO
RADIOGRÁFICA COM IMAGENS PANORÂMICAS
DIGITAIS E DIGITALIZADAS**

Sergio Augusto Quevedo Miguens Jr

Orientadora: Profa. Dra. Elaine Bauer Veeck

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, nível Doutorado, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Odontologia, área de concentração em Estomatologia Clínica.
Linha de Pesquisa: Métodos de Diagnóstico em Estomatologia.

Porto Alegre, RS
2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M636d Miguens Júnior, Sergio Augusto Quevedo

Detecção de lesões periapicais incipientes por subtração radiográfica com imagens panorâmicas digitais e digitalizadas / Sergio Augusto Quevedo Miguens Jr. — Porto Alegre, 2008.

117 f. : il.

Tese. (Doutorado) – Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Doutorado em Odontologia (Estomatologia). PUCRS, 2008.

Orientador: Prof. Dra. Elaine Bauer Veeck

1. Lesão Periapical. 2. Radiografia Digital. 3. Radiografia Panorâmica. 4. Subtração Radiográfica 5. Diagnóstico por Imagem. I. Título.

CDD 617.607572

Bibliotecário Responsável

Ginamara Lima Jacques Pinto
CRB 10/1204

RESUMO

RESUMO

Esta tese é apresentada sob a forma de dois artigos. O artigo I avaliou, *in vitro*, a capacidade da subtração radiográfica digital (SRD) na detecção de lesões periapicais incipientes em radiografias panorâmicas digitais e digitalizadas. Foram criados defeitos periapicais em mandíbulas humanas secas pela aplicação de ácido perclórico a 70%, nos tempos 2, 4 e 6 horas. As radiografias convencionais e digitais foram obtidas duas vezes no tempo zero, com intenção de avaliar a reprodutibilidade da técnica, e, seqüencialmente, antes de cada aplicação da solução ácida. As radiografias convencionais foram digitalizadas em *scanner* com os mesmos atributos que as digitais diretas: resolução de 150 dpi, 8 bits e armazenadas em formato TIFF sem compressão. O programa Adobe Photoshop® foi utilizado para a SRD das imagens, na seguinte seqüência: T0x0 repetido; T0xT2; T0xT4 e T0xT6. A variável analisada foi a diferença entre a intensidade de *pixel* das áreas controle e teste. Comparando o tamanho da área delimitada para a obtenção dos valores de intensidade de *pixels* nos diferentes tempos experimentais observou-se, por meio da ANOVA, não haver diferença entre os tempos tanto para a área-teste (F= 0,44; p=0,726) quanto para a área-controle (F=1,20; p=0,310). Comparando os tempos experimentais observou-se que existiu diferença significativa entre eles, sendo o tempo 6 o que apresentou maior média de expressão de perda mineral. Os tempos 2 e 4 não diferiram entre si, porém foram significativamente maiores que o tempo 0, tanto nas imagens digitalizadas (F= 45,01; p<0,001) quanto nas digitais (F= 30,80; p<0,001). Concluiu-se que a SRD de imagens radiográficas panorâmicas, tanto digitais quanto digitalizadas, permite a detecção de defeitos periapicais incipientes. O artigo II comparou, *in vitro*, a especificidade, sensibilidade e acurácia diagnóstica das radiografias panorâmicas digitais e digitalizadas na detecção por SRD de lesões periapicais incipientes. As imagens foram avaliadas por um observador experiente, cego quanto ao tipo de imagem e grupo que lhes atribuiu escore 0 (ausência de imagem representativa de perda mineral) ou 1 (presença de imagem escura de perda mineral). Os resultados foram avaliados por meio da ANOVA, complementada pelo Teste de Comparações Múltiplas de Dunnett T3, com $\alpha=5\%$. O observador apresentou coeficiente de Kappa = 0,640 para a SRD em imagens digitais e 0,574 para as digitalizadas. No tempo 0 houve 100% de concordância intra-examinador. A sensibilidade de ambas as modalidades foi estatisticamente diferente em relação aos tempos experimentais. O tempo 6 apresentou o maior valor (digitais: 1,000; digitalizadas: 0,961), enquanto o tempo 2 apresentou os menores valores (0,688 e 0,714). Independente do método de imagem, a proporção de acertos aumentou significativamente em relação aos tempos experimentais. A especificidade foi alta tanto para a SRD em imagens digitalizadas (0,896) quanto para as digitais (0,844). A acurácia no tempo 6, tanto na modalidade digitalizada (0,929) como na digital (0,922), foi superior aos demais tempos. A SRD em radiografias panorâmicas, tanto digitalizadas como digitais, permite detectar lesões periapicais incipientes, com valores de sensibilidade e especificidade satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Lesão periapical; reprodutibilidade dos resultados; radiografia panorâmica; radiografia digital; técnica de subtração; diagnóstico por imagem.

ABSTRACT

ABSTRACT

This thesis comprises two articles. In the first article, we assessed in vitro the ability of digital subtraction radiography (DSR) in the detection of incipient periapical lesions using panoramic digital and digitized radiographs. Periapical defects were created in dried human mandibles through application of 70% perchloric acid at times 2, 4, and 6 hours. Conventional and digital radiographs were obtained twice at time zero, with the aim of evaluating reproducibility of this technique, and sequentially before each application of the acid solution. Conventional radiographs were digitized using a scanner with the same attributes than direct digital radiographs: 150-dpi resolution, 8-bit mode and stored as non-compressed TIFF format. The software Adobe Photoshop® was used for DSR of the images in the following sequence: T0x0 repeated; T0xT2; T0xT4; and T0xT6. The variable under analysis was the difference between pixel intensity in control and test areas. Using ANOVA to compare the size of the areas marked to obtain pixel intensity values in different experimental times, no differences were observed between times both for the test ($F = 0.44$; $P = 0.726$) and for the control area ($F = 1.20$; $P = 0.310$). Comparing experimental times, there were significant differences, time 6 having the highest mean of mineral loss. Times 2 and 4 had no differences, but were significantly higher than time 0, both for digitized ($F = 45.01$; $P < 0.001$) and for digital images ($F = 30.80$; $P < 0.001$). We concluded that DSR of panoramic radiographic images, whether digital or digitized, allows for detection of incipient periapical defects. In the second article, we compared in vitro specificity, sensitivity, and diagnostic accuracy of digital subtraction radiography (DSR) in digital and digitized panoramic images in the detection of incipient periapical lesions. The images were assessed by an experienced and blinded observer, who attributed scores 0 (absence of image representing mineral loss) or 1 (presence of dark image representing mineral loss) to each image. Results were evaluated using analysis of variance (ANOVA), complemented by Dunnett's T3 multiple comparison test; the level of significance was set at 5%. The observer showed Kappa values = 0.640 for DSR of digital images; and 0.574 for DSR of digitized images. There was 100% intrarater agreement at time 0. Sensitivity of both modalities was statistically different in relation to experimental times. Time 6 had the highest values (digital: 1.000; digitized: 0.961), while time 2 showed the lowest values (0.688 and 0.714). Irrespective of the imaging method, the proportion of correct responses significantly increased regarding experimental times. Specificity was high for DSR of both digitized (0.896) and digital (0.844) images. Accuracy in time 6 was higher than that of other times, both for the digitized (0.929) and digital (0.922) modalities. DSR of panoramic images, both digitized and digital, allows for detection of incipient periapical lesions, with satisfactory sensitivity and specificity values.

KEYWORDS: periapical lesion; panoramic radiography; reproducibility of results; digital radiography; subtraction technique; diagnostic imaging.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
SUMÁRIO	XIII
INTRODUÇÃO	15
REFERENCIAL TEÓRICO	17
1. Diagnóstico de lesões periapicais por meio de radiografias panorâmicas	18
2. Subtração radiográfica digital - SRD.....	27
3. Modelos experimentais para a simulação de lesões ósseas periapicais e simulação de tecidos moles	37
HIPÓTESE E PROPOSIÇÃO	50
ARTIGO I	52
ARTIGO II	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
APÊNDICE	103
Detalhamento da metodologia.....	104
ANEXOS	113
I. Aprovação do projeto de pesquisa junto à Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS	114
II. Aprovação do protocolo de pesquisa junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS.....	115
III. Correspondência de submissão do artigo I	116
IV. Correspondência de submissão do artigo II	117

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido a partir da linha de pesquisa: “Métodos de Diagnóstico em Estomatologia” e seu projeto elaborado dentro do modelo de pesquisa teórica aplicada. No projeto foi estabelecida a hipótese da busca da excelência no diagnóstico por imagem das alterações ósseas dos maxilares, o que constitui um desafio na avaliação da condição da doença e de sua evolução. Desta maneira, o estudo experimental, *in vitro*, foi conduzido no intuito de estabelecer a precisão diagnóstica da subtração radiográfica digital (SRD) para a detecção de alterações ósseas periapicais incipientes.

Esta tese é estruturada na forma de dois artigos, dentro de uma mesma linha de pesquisa. O primeiro artigo representa o objetivo motivador que buscou verificar, *in vitro*, a capacidade diagnóstica da técnica de SRD em radiografias panorâmicas digitais e digitalizadas com imagens de defeitos ósseos periapicais incipientes. As lesões periapicais foram criadas por aplicação de solução ácida, que simularam diferentes estágios de perda óssea em mandíbulas secas humanas.

Obtido sucesso no estabelecimento da metodologia da criação dos defeitos ósseos e da geometria de projeção radiográfica (GPR) para o uso do método de subtração, foi possível o desenvolvimento de um segundo artigo. Desse modo, buscou-se comparar a sensibilidade, especificidade e acurácia diagnóstica da SRD em imagens de radiografias panorâmicas digitais e digitalizadas. A análise das imagens foi realizada por um observador com experiência no método de SRD, porém, levou-se em consideração a possível variabilidade intra-examinador na detecção de lesões periapicais incipientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É consensual o uso das radiografias periapicais para o diagnóstico de lesões ósseas apicais, porém as radiografias panorâmicas podem apresentar o mesmo desempenho diagnóstico, como confirmado em alguns estudos na literatura. Além disso, a utilização da radiografia panorâmica digital pode oferecer vantagens como uma menor dose de radiação e ausência de processamento químico, o que poderia indicar sua escolha para avaliar lesões periapicais. Todavia, as informações fornecidas por elas são limitadas principalmente na identificação das alterações periapicais incipientes. O surgimento de novas tecnologias que contribuam para o aprimoramento dos recursos existentes, como o método de subtração radiográfica (SRD), permite a percepção de alterações entre duas imagens radiográficas tão pequenas que sua observação pelo olho humano ainda não é possível. Por meio da utilização da SRD é possível a detecção de pequenas perdas minerais em osso alveolar de suporte, ainda não identificáveis pela comparação visual de radiografias.

Foi identificado no referencial teórico deste estudo que não há relatos científicos da utilização das radiografias panorâmicas, principalmente as digitais, vistas suas vantagens, com a técnica de subtração radiográfica digital para a detecção de lesões que apresentem osteólise em sua fisiopatologia. Assim, motivou-se o estudo devido à importância do diagnóstico dessas lesões, em fases cada vez mais precoces.

Portanto, a partir das análises dos resultados obtidos e tendo em vista a proposição deste estudo pode-se considerar, baseando-se nos resultados do estudo relatados no artigo I, que a SRD de imagens radiográficas panorâmicas, tanto digitais quanto digitalizadas, permite a detecção de defeitos periapicais incipientes.

As observações precedentes conferiram os subsídios necessários para a realização do estudo que resultou no artigo II. Na análise das imagens obtidas verificou-se que, com o uso do recurso de SRD, é possível identificar, no menor tempo de utilização da solução (tempo 2), pequenas perdas ósseas. A análise subjetiva das imagens de SRD apresentou um desempenho bastante satisfatório, no que diz respeito à verificação de verdadeiro-positivos e verdadeiro-negativos, em imagens de radiografias panorâmicas digitalizadas e digitais, sem e com lesões periapicais criadas pela aplicação de solução ácida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

ALMEIDA, S. M.; BÓSCOLO, F. N.; HAITER NETO, F.; SANTOS, J. C. B. Avaliação de três métodos radiográficos (periapical convencional, periapical digital e panorâmico) no diagnóstico de lesões apicais produzidas artificialmente. **Pesqui Odontol Bras**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 56-63, jan./mar. 2001.

ATTAELMANAN, A.; BORG, E.; GRÖNDAHL, H-G. Digitisation and display of intra-oral films. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 29, n. 2, p. 97-102, Mar. 2000.

BENDER, I. B.; STELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: I. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 62, n. 2, p. 152-160, Feb. 1961a.

BENDER, I. B.; STELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: II. **J Am Dent Assoc**, Chicago, v. 62, n. 6, p. 709-716, June 1961b.

BENDER, I. B. Factors influencing the radiographic appearance of bone lesions. **J Endod**, Baltimore, v. 8, n. 4, p. 161-170, Apr. 1982.

BRAGA, C. P. A.; GEGLER, A.; FONTANELLA, V. Avaliação da influência da espessura e da posição relativa de materiais simuladores de tecidos moles na densidade óptica de radiografias periapicais da região posterior da mandíbula. **Ciênc Odontol Bras**, São José dos Campos, v.9, n. 4, p. 52-58, out./dez. 2006.

CARVALHO, F. B.; GONÇALVES, M.; TANOMARU-FILHO, M. Evaluation of chronic periapical lesions by digital subtraction radiography by using Adobe Photoshop CS: a case technical report. **J Endod**, Baltimore, v. 33, n. 4, p. 493-497, Apr. 2007.

CAVALCANTI, M. G.; RUPRECHT, A.; JOHNSON, W. T.; SOUTHARD, T. E.; JAKOBSEN, J. The contribution of trabecular bone to the visibility of the lamina dura: an in vitro study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 93, n. 1, p. 118-122, Jan. 2002.

CORRÊA, M. **Capacidade diagnóstica das radiografias periapicais e panorâmicas, nas técnicas convencional e digital, para detecção de lesão periapical e perda óssea alveolar**. 2003, 146f. Tese (Doutorado em Estomatologia Clínica) – Faculdade de Odontologia, PUCRS, Porto Alegre/RS.

CRESTANI, M. B. ; SILVA, A. E. ; LARENTIS, N. L. ; FONTANELLA, V. C. Avaliação da padronização radiográfica para a subtração digital de imagens. **Rev Fac Odontol**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 25-30, jul. 2001.

¹ De acordo com a NBR 6023, de ago. 2002 e as abreviaturas dos títulos de Periódicos do Medline

CUNHA, F. S. **Detecção radiográfica de defeitos ósseos incipientes no periápice**. 2005, 128fl. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas, ênfase em Radiologia) – Faculdade de Odontologia, UFRGS, Porto Alegre/RS.

CUNHA, F. S.; SILVA, A. E.; LARENTIS, N.; FONTANELLA, V. C. Diagnostic performance of periapical radiographs in digitized simulated bone loss in apical region. **Rev Fac Odontol Univ Passo Fundo**, Passo Fundo, v. 10, n.1, p. 88-93, jan./jun. 2005.

DAMANTE, J. H.; CARVALHO, P. V. Contribuição à interpretação radiográfica de lesões ósseas produzidas experimentalmente em mandíbulas humanas secas (Parte I). **Rev Odont USP**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 131-138, jul./set. 1988.

DAMANTE, J. H.; CARVALHO, P. V. Contribuição à interpretação radiográfica de lesões ósseas produzidas experimentalmente em mandíbulas humanas secas (Parte II). **Rev Odont USP**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 277-283, jan./mar. 1989.

DOTTO, G. N. **Subtração digital radiográfica com registro de imagens a posteriori utilizando marcação automática de múltiplos pontos de referência (estudo *in vitro*)**. 2005. 76f. Tese (Doutorado em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos.

DOVE, S. B.; McDAVID, W. D.; HAMILTON, K. E. Analysis of sensivity and specificity of a new digital subtraction system. An *in vitro* study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 89, n. 6, p. 771-776, June 2000.

DUNN, S. M.; van der STELT; PONCE, A.; FENESY, K.; SHAH, S. A. A comparison of two registration techniques for digital subtraction radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v. 22, n. 2, p. 77-80, May 1993.

EKBERG, E. C.; PETERSSON, A.; NILNER, M. An evaluation of digital subtraction radiography for assessment of changes in position of the mandibular condyle. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 27, n.4 , p. 230-235, July 1998.

FARMAN, A. G. Endodontic cortical bone myth. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 20, n. 3, p. 179, Aug. 1991.

FERREIRA, R. I.; HAITER NETO, F.; TABCHOURY, C. P. M.; PAIVA, G. A. N.; BÓSCOLO, F. N. Assessment of enamel demineralization using conventional, digital, and digitized radiography. **Braz Oral Res**, São Paulo, v. 20, n. 2, abr. 2006.

FOLK, R. B.; THORPE, J. R.; McCLANAHAN, S. B.; JOHNSON, J. D.; STROTHER, J. M. Comparison of two different direct digital radiography

systems for the ability to detect artificially prepared periapical lesions. **J Endod**, Baltimore, v. 31, n. 4, p. 304-306, Apr. 2005.

GEGLER, A., MAHL, C. E. W.; FONTANELLA, V. C. Reproducibility of and file format effect on digital subtraction radiography of simulated external root resorptions. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 35, n. 1, p. 10-13, Jan. 2006.

GRÖNDHAL, H. G.; GRÖNDHAL, K.; WEBBER, R.L. A digital subtraction technique for dental radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v. 55, n. 1, p. 96-102, Jan. 1983.

GÜNERI, P.; GOĞÜS, S.; TUĞSEL, Z.; OZTURK, A.; GUNGOR, C.; BOYACIOĞLU, H. Clinical of a new software developed for dental digital subtraction radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 35, n. 6, p. 417-421, Nov. 2006.

GÜNERI, P.; GOĞÜS, S.; TUĞSEL, Z.; BOYACIOĞLU, H. Efficacy of a new software in eliminating the angulation errors in digital subtraction radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 36, n. 8, p. 484-489, Dec. 2007.

HAITER-NETO, F.; WENZEL, A. Noise in subtraction images made from pairs of bitewing radiographs: a comparison between two subtraction programs. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 34, n. 6, p. 357-361, Nov. 2005.

HINTZE, H.; WENZEL, A.; ANDREASEN, F. M.; SWERIN, I. Digital subtraction radiography for assessment of simulated root resorption cavities. Performance of conventional and reverse contrast modes. **Endod Dent Traumatol**, Copenhagen, v. 8, n. 4, p. 149-154, Aug. 1992.

HOLMES, J. P.; GULABIVALA, K.; van der STELT, P. Detection of simulated internal tooth resorption using conventional radiography and subtraction Imaging. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v. 30, n. 5, p. 249-254, Sep. 2001.

JEFFCOAT, M. K.; REDDY, M. S.; MAGNUSSON, I.; JOHSON, B.; MEREDITH, M. P.; CAVANAUGH, P. F. JR. et al. Efficacy of quantitative digital subtraction radiography using radiographs exposed in a multicenter trial. **J Periodontal Res**, Copenhagen, v. 31, n. 3, p. 157-160, Apr. 1996.

KAEPLER, G.; DIETZ, K.; REINERT, S. Diagnostic accuracy of in vitro panoramic depending on the exposure. **Dentomaxillofac Radiol**, Oxford, v. 36, n. 2, p. 68-74, Feb. 2007.

KAEPLER, G.; VOGEL, G.; AXMANN-KREMAR, D. Intra-oral storage phosphor and conventional radiography in the assessment of alveolar bone structures. **Dentomaxillofac Radiol**, Oxford, v. 29, n. 6, p. 363-367, Nov. 2000.

KATSARSKY, J. W.; LEVINE, M. S.; ALLEN, K. M.; HAUSMANN, E. Detection of experimentally induced lesions in subtraction images of cancellous alveolar bone. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 77, n. 6, p. 674-677, June 1994.

KHADEMI, J. A. Digital images & sound. **J Dent Educ**, Washington, v. 60, n. 1, p. 41-46, Jan. 1996.

KRAVITZ, L. H.; TYNDALL, D. A.; BAGNELL, C. P.; DOVE, S. B. Assessment of external root resorption using digital subtraction radiography. **J Endod**, Baltimore, v.18, n. 6, p. 275-284, June 1992.

KOENIG, L.; PARKS, E.; ANALOUI, M.; ECKERT, G. The impact of image compression on diagnostic quality of digital images for detection of chemically-induced periapical lesions. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 33, n. 1, p. 37-43, Jan. 2004.

KULLENDORFF, B.; GRÖNDAHL, K.; ROHLIN, M.; HENRIKSON, C. O. Subtraction radiography for the diagnosis of periapical bone lesions. **Endod Dent Traumatol**, Sweden, v. 4, n. 6, p. 253-259, Dec. 1988

KULLENDORFF, B.; GRÖNDAHL, K.; ROHLIN, M.; NILSSON, M. Subtraction radiography of interradicular bone lesions. **Acta Odontol Scan**, Oslo, v. 50, n. 5, p. 259-267, Oct. 1992.

KULLENDORFF, B.; NILSSON, M.; ROHLIN, M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. overall comparison between conventional and direct digital radiography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 82, n. 3, p. 344-350, Sep. 1996.

KULLENDORFF, B.; NILSSON, M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: II- effects on diagnostic accuracy after application of image processing. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 82, n. 5, p. 585-589, Nov. 1996.

KULLENDORFF, B.; PETERSSON, K.; ROHLIN, M. Direct digital radiography for the detection of periapical bone lesions: a clinical study. **Endod Dent Traumatol**, Sweden, v. 13, n. 4, p. 183-189, Aug. 1997.

LAURIS, J. R. P.; COSTA, E. T.; BÓSCOLO, F. N. Radiografia odontológica digitalizada: técnicas dos principais sistemas digitais. **Rev ABRO**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 01-05, jan./jun. 2001.

LEE, B. D.; WHITE, S. C. Age and trabecular features of alveolar bone associated with osteoporosis, **Oral surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 100, n.1, p. 92-98. July 2005.

LEHMANN, T. M.; GRÖNDAHL, H. G.; BENN, D. K. Computer-based registration for digital subtraction in dental radiology. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v. 29, n. 6, p. 323-346. Nov. 2000.

LEHMANN, T. M.; TROELTSCH, E.; SPITZER, K. Image processing and enhancement provided by commercial dental software programs. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v. 31, n. 4, July 2002.

MASOOD, F.; KATZ, J. O.; HARDMAN, P. K.; GLAROS, A. G.; SPENCER, P. Comparison of panoramic radiography and panoramic digital subtraction radiography in the detection of simulated osteophytic lesions of the mandibular condyle. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 89, n.5, p. 626-631. May 2002.

MEIER, A. W.; BROWN, C. E.; MILES, D. A.; ANALOUI, M. Interpretation of chemically created periapical lesions using direct digital imaging. **J Endod**, Baltimore, v. 22, n. 10, p. 516-520, Oct. 1996.

MELO, P. L. G.; ZACHARIAS, D. A.; GONÇALVES, E. A. N. Evidenciação radiográfica de lesões ósseas produzidas artificialmente em mandíbulas humanas secas. **Rev APCD**, São Paulo, v. 54, n. 4, p. 305-309, jul./ago. 2000.

MISTAK, E. J.; LOUSHINE, R. J.; PRIMACK, P. D.; WEST, L. A.; RUNYAN, D. A. Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital, and telephonically transmitted radiographic images. **J Endod**, Baltimore, v. 24, n. 4, p. 262-266, Apr. 1998.

MOL, A.; van der STELT, P. F. Locating the periapical region in dental radiographs using digital image analyses. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 75, n. 2, p. 373-382, Mar. 1993.

MOLANDER, B.; AHLQWIST, M.; GRÖNDAHL, H. G; HOLLENDER, L. Comparison of panoramic and intraoral radiography for the diagnosis of caries and periapical pathology. **Dentomaxillofac Radiol**, Oxford, v. 22, n. 1, p. 28-32, Feb. 1993.

NAGATA, Y. A comparison of diagnostic accuracy of a newly developed photofluorographic panoramic system with conventional panoramic radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, Oxford, v. 30, n. 3, p. 137-140, May 2001.

NICOPOULOU-KARAYIANNI, K. ; BRÄGGER, U. ; BÜRIN, W. ; NIELSEN, P. M. ; LANG, N. P. Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and conventional radiographs. An *in vitro* study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint. Louis, v. 72, n. 2, p. 251-256, Aug. 1991.

NICOPOULOU-KARAYIANNI. K. ; BRAGGER, U. ; PATRIKIOU, A. ; STASSINAKIS, A. ; LANG, N. P. Image processing for enhanced observer agreement in the evaluation of periapical bone changes. **Int End J**, Oxford, v. 35, n. 7, p. 615-622, July 2002.

OHBA, T.; TAKATA, Y.; ANSAI, T.; MORIMOTO, Y.; TANAKA, T.; KITO, S. et al. Evaluation of the relationship between periapical lesions/sclerotic bone and general bone density as a possible gauge of general health among 80-year-olds.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v. 99, n. 3, p. 355-360, Mar. 2005.

ORTMAN, L. F.; McHENRY, K.; HAUSMANN, E. Relationship between alveolar bone measured by ^{125}I absorptiometry with analysis of standardized radiographs: 2 Bjorn technique. **J Periodontol**, v. 53, n. 5, p. 311-4. May 1982.

ORTMAN, L. F.; DUNFORD, R.; McHENRY, K.; HAUSMANN, E. Subtraction radiography and computer assisted densitometric analyses of standardized radiographs: a comparison study with ^{125}I absorptiometry. **J Periodontal Res**, v. 20, n. 6, p. 644-51. Nov. 1985.

PARKS, E.T.; WILLIAMSON, G.F. Digital radiography: An overview, **J. Contemporary Dental Pract**, v.3, n.4, p. 23-39, Nov. 2002.

PARSELL, D. E. ; GATEWOOD, R. S. ; WATTS, J. D. ; STRECKFUSS, C. F. Sensivity of various radiographic methods for detection of oral cancellous bone lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 86, n. 4, p. 498-502, Oct. 1998.

PHILLIPS, J.; SHAWKAT, A. A study of the radiographic appearance of osseous defects on panoramic and conventional films. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v. 36, n. 5, p. 745-749, Nov. 1973.

REDDY, M. S.; JEFFCOAT, M. K. Digital subtraction radiography. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v. 37, n. 4, p. 553-565, Oct. 1993.

RIDAO-SACIE, C.; SEGURA-EGEA, J. J.; FERNÁNDEZ-PALACÍN, A.; BULLÓN-FERNÁNDEZ, P.; RÍOS-SANTOS, J. V. Radiological assessment of periapical status using the periapical index: comparison of periapical radiography and digital panoramic radiography. **Int End J**, Oxford, v. 40, n. 6, p. 433-440, June 2007.

ROCHA, J. R. M.; BRÜCKER, M. R. Análise comparativa entre as radiografias periapical e panorâmica na detecção de defeitos ósseos artificialmente produzidos em mandíbulas humanas secas. **Rev Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 15, n. 30, p. 27-42, ago. 2000.

SAMARABANDU, J.; ALLEN, K.; HAUSMANN, E.; ACHARYA, R. Registration techniques for digital subtraction radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v. 23, n. 2, p. 117-119, May 1994.

SARMENTO, V. A.; PRETTO, S. M.; COSTA, N. P. Entendendo a Imagem Digitalizada. **Rev Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 14, n. 27, p. 171-179, jun. 1999.

STASSINAKIS, A.; BRÄGGER, U.; STOJANOVIC, M.; BÜRGIN, W.; LUSSI, A.; LANG, N. P. Accuracy in detecting bone lesions *in vitro* with conventional and subtracted direct digital imaging. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 24, n. 4, p. 232-237, Nov. 1995.

STELT, P. F. van der. Experimentally produced bone lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint. Louis, v. 59, n. 3, p. 306-312, Mar. 1985.

TAMMISALO, T.; LUOSTARINEN, T.; ROSBERG, J.; VÄHÄTALO, K.; TAMMISALO, E. H. A comparison of detailed zonography with periapical radiography for the detection of periapical lesions. **Dentomaxillofac Radiol**, Oxford, v. 24, n. 2, p. 114-120, May 1995.

TIRREL, B. C.; MILES, D. A.; BROWN, C. E. JR.; LEGAN, J. J. Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. **J Endod**, Baltimore, v. 22, n. 2, p. 74-78, Feb. 1996.

TYNDALL, D. A.; KAPA, S. F.; BAGNELL, C. P. Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region. **J Endod**, Baltimore, v. 16, n. 4, p. 173-178, Apr. 1990.

VANDRE, R. H.; WEBBER, R. L. Future trends in dental radiology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 80, n. 4, p. 471-478, Oct. 1995.

VERSTEEG, C. H.; SANDERINK, G. C. H.; van der STELT, P. F. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. **J Dent**, Kindlington, v. 25, n. 3-4, p. 215-224, May/July 1997.

WAKASA, T.; KISHI, K.; SASAKI, A.; HOLLENDER, L. G. Detectability of intraosseus lesion of jaw bones using intra-oral digital radiography. In: FARMAN, A. G.; RUPRECHT, A.; GIBBS, S. J.; SCARFE, W. C., eds. **Advances in maxillofacial imaging**, Amsterdam: Elsevier, 1997, p. 51-58.

WAKOH, M.; NISHIKAWA, K.; OTONARI, T.; YAMAMOTO, M.; HARADA, T.; SANO, T. et al. Digital subtraction technique for evaluation of peri-implant bone change in digital imaging. **Bull Tokyo Dent Coll**, v. 47, n. 2, p.57-64, Sep. 2006.

YOKOTA, E. T.; MILES, D. A.; NEWTON, C. W.; BROWN, C. E. JR. Interpretation of periapical lesions using RadioVisioGraphy. **J Endod**, Baltimore, v. 20, n. 10, p. 490-494, Oct. 1994.

YOON, D. C. A new method for the automated alignment of dental radiographs for digital subtraction radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsmills, v. 29, n. 1, p. 11-19, Jan. 2000.

YOSHIOKA, T.; KOBAYASHI, C.; SUDA, H.; SASAKI, T. An observation of the healing process of periapical lesions by digital subtraction radiography. **J Endod**, Baltimore, v. 28, n. 8, p. 589-591, Aug. 2002.

ZACHARAKI, E. I.; MATSOPOULOS, G. K.; ASVESTAS, P. A.; NIKITA, K. S.; GRÖNDAHL, K.; GRÖNDAHL, H-G. A digital subtraction radiography scheme

based on automatic multiresolution registration. **Dentomaxillofac Radiol**, Tokyo, v. 33, n. 6, p. 379-390, Nov. 2004.