

Desempenho diagnóstico de radiografias periapicais em perdas ósseas digitalmente simuladas na região apical

Diagnostic performance of periapical radiographs in digitized simulated bone loss in apical region

Fernanda Silveira da Cunha*

Ana Elisa da Silva*

Naiara Larentis*

Vania Regina Camargo Fontanella**

Resumo

Este estudo teve por objetivo avaliar o desempenho no diagnóstico de diferentes estágios de perda óssea digitalmente simulada, na região apical, com a utilização de radiografias periapicais. Para tanto, foram selecionados, a partir de radiografias de arquivo, trinta ápices dentários de pré-molares e molares inferiores, sem radiolucências. As radiografias foram digitalizadas em scanner no modo 8 bits, 256 tons de cinza, 300 dpi e armazenadas no formato JPEG 12. Nas imagens iniciais (originais) os sítios apicais selecionados foram demarcados por um quadrado. Essas imagens foram digitalmente reproduzidas sete vezes e numeradas em ordem crescente, formando oito conjuntos de imagens. A perda óssea foi digitalmente simulada na região apical com as ferramentas lápis (modelo mecânico) e spray (modelo químico), com tinta preta, em intensidade de 3%, 5% e 8% (leve, moderada e severa, respectivamente). Os pares de imagens (inicial e experimental) e as subtrações desses pares foram, separadamente, avaliados por três observadores, com repetição de 20% dos casos. O coeficiente de correlação de Spearman e o teste não paramétrico de Wilcoxon mostraram uma boa concordância entre a primeira e a segunda medida para os dois modelos, com exceção de um observador. Através da análise das curvas

ROC ($p > 0,05$) observou-se diferença significativa entre os métodos para ambos os modelos nas intensidades de 3% e 5%, não havendo diferença significativa para a intensidade de 8%. A subtração digital qualitativa mostrou desempenho significativamente melhor do que a avaliação de pares de radiografias para ambos os modelos de reabsorção simulada nas intensidades leve e moderada.

Palavras-chave: tecido periapical, radiografia dentária, radiografia digital, técnica de subtração.

Introdução

A literatura é vasta no que concerne às dificuldades para interpretação e para o possível diagnóstico radiográfico de lesões periapicais (DAMANTE et al., 2000). As radiografias convencionais são frequentemente utilizadas pelos endodontistas no diagnóstico, prognóstico, planejamento e preservação de casos (TIRREL et al., 1996). Entretanto, as informações fornecidas por estas são limitadas, pois é conhecido o fato de que estruturas tridimensionais favorecem a imagem bidimensional (MELO, ZACHARIAS e GONÇALVES, 2000). Estudos têm sido conduzidos no sentido de definir qual é o estágio mais precoce de desmineralização que pode ser detectado radiograficamente. A maior parte desses trabalhos simula defeitos através do uso de brocas esféricas (BENDER e SELTZER, 1961a; BENDER e SELTZER, 1961b; SHOHA, DOWSON e RICHARDS, 1971; BENDER, 1982; STELT, 1985; DAMANTE

* Alunas do curso de Mestrado em Clínica Odontológica - Radiologia Odontológica/ UFRGS.

** Doutora em Estomatologia/PUCRS.

Recebido: 03.08.2004 Aceito: 06.01.2005

e CARVALHO, 1988; DAMANTE e CARVALHO, 1989; TYNDALL, KAPPA e ROHLIN, 1990; YOKOTA et al., 1994; STASSINAKIS et al., 1995; KULLENDORFF et al., 1996; KULLENDORFF e NILSSON, 1996; MISTAK et al., 1998; PARSELL et al., 1998; MELO, ZACHARIAS e GONÇALVES, 2000; SULLIVAN JÚNIOR, DI FIORE e KOERBER, 2003). Outros utilizam a aplicação de soluções ácidas (TIRREL et al., 1996; MEIER et al., 1996), pois acreditam que seus efeitos representam de maneira mais fiel o processo reabsorptivo.

Lesões na cortical óssea só podem ser verificadas através da radiografia convencional se houver perfuração, extensiva destruição, erosão da superfície externa ou interna. Lesões no tecido ósseo medular só podem ser detectadas radiograficamente quando causam erosão ou perfuração na área de união do córtex com o osso medular. Além disso, a doença pode estar presente mesmo na ausência de evidências radiográficas (BENDER e SELTZER, 1961a; BENDER e SELTZER, 1961b; SHOHA, DOWSON e RICHARDS, 1971; BENDER, 1982; STELT, 1985; DAMANTE e CARVALHO, 1988; DAMANTE e CARVALHO, 1989; MELO, ZACHARIAS e GONÇALVES, 2000).

O surgimento dos sistemas digitais possibilitou a aquisição de imagens através de sensores ópticos, placas de fósforo, scanners, câmeras de vídeo e câmeras fotográficas digitais. Estes sistemas apresentam maior sensibilidade e reprodutibilidade, em comparação à radiografia convencional além de fornecerem a possibilidade de pós-processamento. Essas ferramentas podem auxiliar, objetiva ou subjetivamente, a interpretação de alterações ósseas e tornar sua análise mais acurada (TYNDALL, KAPPA e ROHLIN, 1990; YOKOTA et al., 1994; STASSINAKIS et al., 1995; TIRREL et al., 1996; MEIER et al., 1996; KULLENDORFF et al., 1996; KULLENDORFF, NILSSON e ROHLIN, 1996; MISTAK et al., 1998; PARSELL et al., 1998; SULLIVAN JÚNIOR, DI FIORE e KOERBER, 2003).

A subtração radiográfica digital

surgiu em 1982 e consiste na sobreposição de duas radiografias obtidas em diferentes momentos. As características comuns a ambas são removidas, permanecendo uma imagem que consiste apenas nas diferenças entre as duas imagens subtraídas (TYNDALL, KAPPA e ROHLIN, 1990). A técnica apresenta mais de 95% de acurácia na detecção de perdas ósseas tão pequenas quanto 5%, quando se sabe que é necessário perda de 30 a 40% do conteúdo mineral para que possa ser visualmente identificada na radiografia convencional (REDDY e JEFFCOAT, 1993). Entretanto, a técnica de subtração é de difícil utilização, pois exige uma perfeita padronização geométrica entre as imagens que serão subtraídas (KULLENDORFF e NILSSON, 1996).

Os trabalhos que analisam perdas ósseas através do uso de brocas ou aplicação de solução ácida utilizam imagem digital direta e radiografias convencionais para o diagnóstico, não sendo usual o emprego de imagens digitalizadas (TYNDALL, KAPPA e ROHLIN, 1990; YOKOTA et al., 1994; STASSINAKIS et al., 1995; TIRREL et al., 1996; MEIER et al., 1996; KULLENDORFF, NILSSON e ROHLIN, 1996; KULLENDORFF e NILSSON, 1996; MISTAK et al., 1998; PARSELL et al., 1998; SULLIVAN JÚNIOR, DI FIORE e KOERBER, 2003). Todavia, a digitalização de filmes através do uso de scanners é uma opção mais acessível que os sistemas digitais diretos e apresenta vantagens em relação à radiografia convencional, como a possibilidade de trabalhar a imagem com o objetivo de melhorar sua aparência e aprimorar sua interpretação, além de aplicar as ferramentas de análise para o diagnóstico.

Dessa maneira, no presente trabalho buscou-se avaliar, utilizando a simulação digital, a acurácia diagnóstica de dois modelos (químico e mecânico) em diferentes estágios de perda óssea (leve, moderada e severa) na região periapical, através da análise de pares de imagens de radiografias digitalizadas e da subtração radiográfica digital qualitativa, além de verificar se o modelo experimental de simulação de defeitos (químico e mecânico) in-

terfere no desempenho diagnóstico.

Material e método

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, protocolo n. 37/04.

A partir de radiografias periapicais de arquivo, foram selecionados, observando-se critérios de qualidade de imagem, como graus médios de densidade e contraste e máximo detalhe, trinta ápices dentários de pré-molares e molares inferiores sem radiolucências periapicais. Essas radiografias foram digitalizadas em scanner modelo Epson Perfection® 2450 (Epson – Long Beach – Califórnia – EUA) com leitor de transparência, utilizando-se uma máscara de acrílico preto, padronizando o posicionamento do filme e limitando a área de incidência de luz, no modo 8 bits, 256 tons de cinza e resolução de 300dpi, com ajuste automático de brilho e contraste. Na imagem inicial, os sítios apicais selecionados foram demarcados por um quadrado desenhado através do programa Photoshop® v.6 (Adobe-EUA). Essas imagens foram, então, reproduzidas sete vezes – para formar oito conjuntos de imagens – e numeradas em ordem crescente, sendo armazenadas em disco no formato JPEG (Joint Photographic Experts Group) com compressão mínima (nível 12).

O primeiro conjunto de imagens permaneceu inalterado e foi denominado de “inicial” (I); o segundo, no qual apenas o quadrado foi acrescentado, foi denominado de “inicial repetido” (IR). Nos demais conjuntos, o programa Photoshop® foi utilizado para simular digitalmente perdas ósseas. Nos conjuntos 3 a 5 (M3%, M5% e M8%) foi empregada a ferramentas lápis, a qual apresenta contorno regular, para simulação de perda óssea através do modelo mecânico, com tinta preta nas intensidades de 3%, 5% e 8%, correspondendo, respectivamente, a perdas leve, moderada e severa. Nos conjuntos 6 a 8 (Q3%, Q5% e Q8%) foi utilizada a ferramenta spray, que apresenta contorno irregular, para simular o

modelo químico com as mesmas intensidades.

As imagens digitalizadas foram apresentadas em monitor, em condições padronizadas de visualização (monitor de 14", com resolução de 1024 x 768 pixels, fundo preto e ambiente escurecido), de maneira aleatória, trinta por vez, lado a lado, aos pares (I x IR, I x M3%, I x M5%, I x M8%, I x Q3%, I x Q5% e I x Q8%), a três observadores experientes, habituados a emitir diagnósticos e utilizar ferramentas digitais, tendo sido realizada calibragem inter e intra-observador nos períodos pré e transexperimental. Os observadores, individualmente, avaliaram qualitativamente cada imagem de acordo com uma escala de cinco pontos: 1 - lesão definitivamente ausente; 2 - lesão provavelmente ausente; 3 - não é possível classificar; 4 - lesão provavelmente presente e 5 - lesão definitivamente presente. Vinte por cento dos casos da amostra foram sorteados, duplicados e distribuídos aleatoriamente nessa apresentação, de maneira que a reprodutibilidade intra-examinador pudesse ser posteriormente avaliada.

O programa Imagelab® (versão 2.3, Softium – Sistemas de Informática - São Paulo - SP) foi utilizado para a subtração dos mesmos pares de radiografias anteriormente mencionados. As imagens resultantes foram avaliadas pelos mesmos observadores e seguindo os mesmos critérios. Exemplos de imagens (pares e sua subtração) constam da Figura 1.

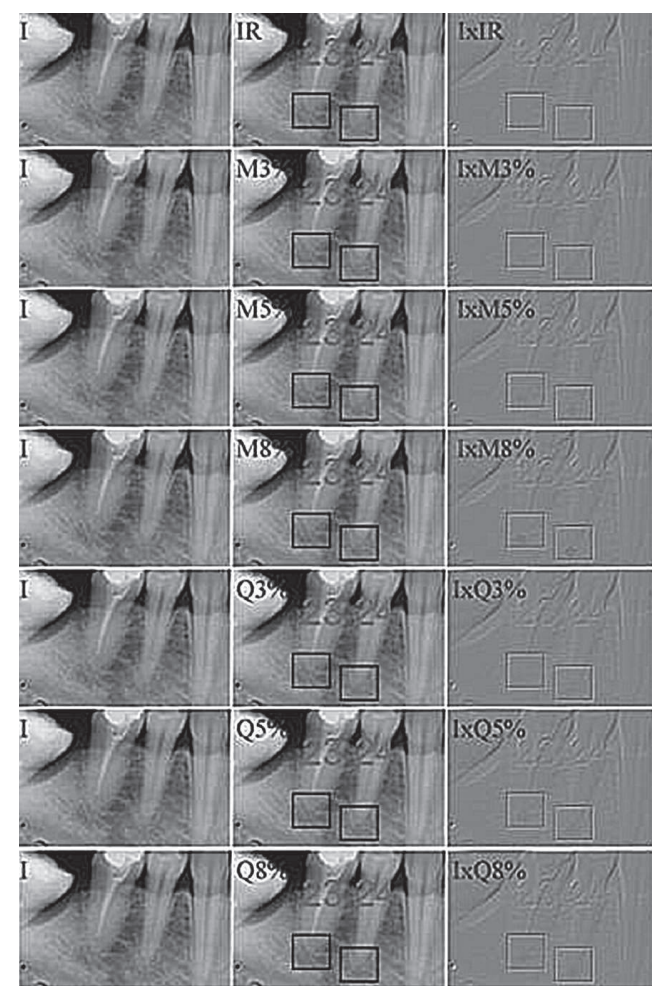


Figura 1 - Imagens radiográficas dos ápices 23 e 24. I – inicial, IR - inicial repetida, M - modelo mecânico, Q – modelo químico, 3%, 5% e 8% (intensidades de perda simulada). Na coluna da direita observam-se as imagens resultantes da subtração

A reprodutibilidade interobservador foi avaliada através do teste concordância de Kendall. Já a reprodutibilidade intra-observador foi avaliada através do coeficiente de correlação de Spearmann e do teste não paramétrico de Wilcoxon, tanto para as subtrações quanto para os diagnósticos através das imagens visualizadas aos pares, com nível de significância de 1 e 5%, respectivamente.

A análise do desempenho diagnóstico de cada método foi realizada através de curvas ROC geradas a partir dos escores atribuídos pelo observador A, o qual apresentou a melhor concordância intra-examinador.

Resultados

Através do teste de concordância de Kendall, verificou-se que houve uma boa concordância entre os escores atribuídos pelos três examinadores para a técnica de subtração e para a técnica de pares de imagens (Kendall's W= 0,903 e 0,815 respectivamente).

A Tabela 1 demonstra os dados da análise da reprodutibilidade intra-observador na avaliação de ambos os métodos. O coeficiente de correlação de Spearman, ao nível de significância de 1%, demonstra que houve boa correlação entre os diagnósticos emitidos pelos três examinadores. O teste não paramétrico de Wilcoxon, ao nível de significância de 5%, evidencia que houve uma boa concordância entre os escores atribuídos na primeira e na segunda avaliação, tanto nas imagens de subtração (Tab. 2), na qual somente o examinador B apresentou escores na segunda avaliação que foram significativamente maiores do que na primeira, quanto na avaliação dos pares de imagens (Tab. 3), em que não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os examinadores.

Tabela 1- Coeficiente de Correlação de Spearman para a análise da reprodutibilidade intra-observador. Porto Alegre/ RS, 2004

Examinador	Técnica	
	Subtração	Pares de imagens
A	0,802*	0,778*
B	0,730*	0,737*
C	0,675*	0,837*

* Correlação significativa ao nível de significância de 1%

Tabela 2- Teste não paramétrico Wilcoxon para a análise da reprodutibilidade intra-observador na técnica de subtração. Porto Alegre/ RS, 2004

Escore	Examinador					
	A		B		C	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
1	10	11	8	5	7	4
2	3	1	4	1	4	3
3	0	0	0	0	0	2
4	4	5	7	9	10	10
5	27	27	25	29	23	25
Total	44	44	44	44	44	44
p	0,959		0,036		0,216	

p= nível mínimo de significância do teste não paramétrico Wilcoxon

Tabela 3 - Teste não paramétrico wilcoxon para a análise da reprodutibilidade intra-observador na técnica de pares de imagens. Porto Alegre/ RS, 2004

Escore	Examinador					
	A		B		C	
	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação	1ª avaliação	2ª avaliação
1	14	17	13	9	6	6
2	5	3	1	3	9	7
3	0	0	0	0	0	0
4	7	5	5	4	8	8
5		18		25		21
		19		28		23
Total	44	44	44	44	44	44
p	0,667		0,217		0,373	

p= nível mínimo de significância do teste não paramétrico Wilcoxon

Curvas ROC (Fig. 2) foram geradas a partir dos escores atribuídos pelo examinador A, o qual apresentou a melhor concordância intra-observador.

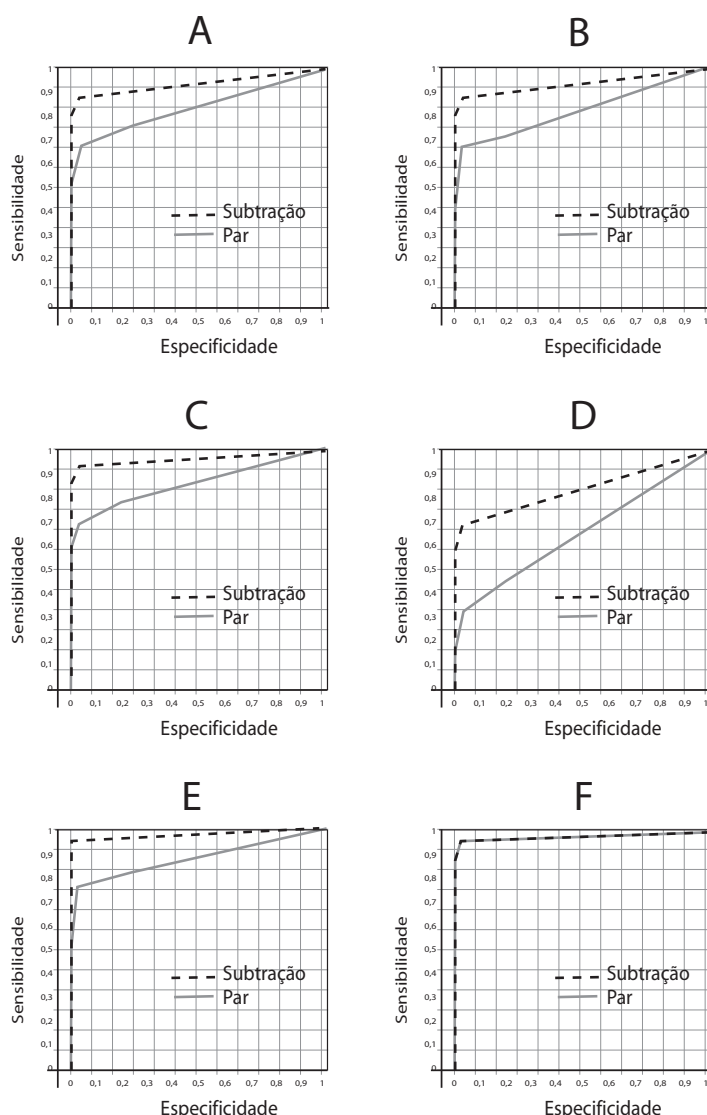


Figura 2. Áreas sob a curva geradas a partir das análises de pares de imagens e subtração de: A todos os defeitos obtidos, B - modelo químico, C - modelo mecânico, D - intensidade de 3%, E intensidade de 5% e F - intensidade de 8%

A acurácia diagnóstica de todos os exames da amostra (Fig. 2A), verificada através da área sob a curva, foi ligeiramente maior para a subtração digital ($Az= 0,933$; $SE=0,017$) do que para a análise dos pares de imagens ($Az= 0,835$; $SE=0,028$). A área sob a curva gerada a partir

das análises dos defeitos obtidos simulando o modelo químico, observada na Figura 2B, (subtração: $Az= 0,907$; $SE=0,026$ e pares de imagens: $Az= 0,816$; $SE=0,038$), apresenta valores menores do que os verificados com o modelo mecânico, observado na Figura 2C (subtração: $Az= 0,959$; $SE=0,018$ e pares de imagens: $Az= 0,854$; $SE=0,033$), tanto para análise através dos pares de imagens quanto para a subtração. As áreas sob as curvas geradas através da análise por intensidade (Fig. 2D, 2E e 2F) demonstram que a precisão do diagnóstico aumentou com o tamanho da alteração para os dois métodos nas intensidades de 3% (subtração: $Az= 0,834$; $SE=0,041$ e pares de imagens: $Az= 0,651$; $SE=0,057$), 5% (subtração: $Az= 0,964$; $SE=0,020$ e pares de imagens: $Az= 0,870$; $SE=0,037$) e 8% (subtração: $Az=1,00$; $SE=0,000$ e pares de imagens: $Az= 0,986$; $SE=0,012$), com diferenças significativas apenas nas intensidades de 3% e 5%.

Discussão

A detecção precoce de alterações ósseas periapicais representa um desafio para os profissionais. A quantidade de perda mineral necessária para a identificação desses defeitos na radiografia convencional, bem como a percepção das estruturas perdidas com a instalação do processo reabsorptivo, constitui, ainda, questão de discussão. O processo de reabsorção óssea periapical não ocorre de maneira simétrica, mas de maneira difusa nos meandros do tecido. Os trabalhos que analisam perdas ósseas *in vitro* fazem-no através do uso de brocas ou da aplicação de solução ácida, utilizando a imagem digital direta e as radiografias convencionais para o diagnóstico. Não é usual o emprego de imagens digitalizadas. Esses estudos mostram que as imagens digitais são mais acuradas na detecção de pequenos defeitos ósseos, ao passo que a radiografia convencional é mais específica (YOKOTA et al., 1994; TIRREL et al., 1996; MEIER et al., 1996; SULLIVAN JÚNIOR, DI FIORE e KOERBER, 2003).

Já Kullendorff, Nilsson e Rohlin (1996), corroborando com Mistak et al. (1998), verificaram que a capacidade de diagnóstico da imagem digital direta é comparável à das radiografias convencionais. Em estudo subsequente, Kullendorff e Nilsson (1996) observaram que o uso de recursos de pós-processamento da imagem digital aprimorava consideravelmente seu desempenho.

Os diversos estudos encontrados na literatura, ora através da confecção de defeitos com brocas esféricas (TYNDALL, KAPPA e BAGNEL 1990; YOKOTA et al., 1994; STASSINAKIS et al., 1995; KULLENDORFF, NILSSON e ROHLIN, 1996; KULLENDORFF e NILSSON, 1996; MISTAK et al., 1998; PARSELL et al., 1998; SULLIVAN JÚNIOR, DI FIORE e KOERBER, 2003), ora através da aplicação de soluções ácidas (TIRREL et al., 1996; MEIER et al. 1996), avaliam o diagnóstico precoce de alterações do tecido ósseo na região periapical. Não se verifica, porém, em nenhum estudo a comparação dos dois modelos numa mesma unidade amostral. Esse fato pode ser compreendido porque é impossível, num mesmo sítio apical, avaliar as duas situações. Todavia, sabe-se que a validade dos trabalhos *in vitro* relaciona-se diretamente ao estabelecimento de métodos de estudo que mais aproximem a situação-teste com o estado real observado *in vivo*. Assim, acredita-se que a maneira mais adequada para analisar esses dois modelos numa mesma amostra é através da simulação digital. Neste estudo, buscou-se confrontar a acurácia diagnóstica dos modelos químico e mecânico através da análise de pares de imagens digitalizadas e da subtração qualitativa, pois a simulação digital permite o teste dos dois modelos na mesma unidade apical.

Com base nos resultados obtidos observou-se uma boa reprodutibilidade interexaminador para os dois métodos, sendo esses valores maiores para a subtração. Da mesma maneira, os examinadores apresentaram uma boa concordância intra-examinador, com

exceção do examinador B, que, na técnica de subtração, apresentou escores na segunda medida significativamente maiores do que na primeira.

A subtração digital qualitativa mostrou desempenho melhor do que a avaliação de pares de radiografias, tanto para o modelo mecânico quanto para o modelo químico de reabsorção óssea digitalmente simulada nas intensidades leve (3%) e moderada (5%). Esses resultados corroboram os de outros autores, que, comparando a subtração digital qualitativa a outros métodos e com a avaliação de pares de imagens, observaram que a subtração aumenta a capacidade de diagnóstico de pequenos defeitos ósseos (TYNDALL KAPPA e BAGNEL, 1990; STASSINAKIS et al., 1995; PARSELL et al., 1998). Uma justificativa para essa diferença está na capacidade da subtração de eliminar o ruído estrutural, permitindo, dessa maneira, a visualização de pequenas alterações, as quais não são detectadas pelo olho humano na radiografia convencional. Todavia, os defeitos de intensidade 8%, confirmando os achados de outros autores (TYNDALL KAPPA e BAGNEL, 1990; STASSINAKIS et al., 1995; PARSELL et al., 1998), não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os métodos de análise. Isso ocorreu, possivelmente, pelo fato de, independentemente do modelo (mecânico ou químico) e do método, a capacidade de diagnóstico dos observadores aumentar com o tamanho do defeito.

Conforme descrito anteriormente, as curvas ROC foram desenvolvidas a partir dos resultados do observador A, o qual apresentou a melhor reprodutibilidade. Esta análise apresentou, tanto para análise dos pares de imagens quanto para subtração, uma maior capacidade de diagnóstico de alterações no modelo mecânico em comparação ao químico. Esse resultado corrobora o de outros autores, que afirmam que os defeitos ósseos simulados através do uso de brocas esféricas se caracterizam pela presença de bordas bem definidas e harmônicas, o que facilita o diagnóstico (TYNDALL,

KAPPA e BAGNEL, 1990; YOKOTA et al., 1994; STASSINAKIS et al., 1995; KULLENDORFF, NILSSON e ROHLIN, 1996; KULLENDORFF e NILSSON, 1996; MISTAK et al., 1998; PARSELL et al., 1998; SULLIVAN JÚNIOR, DI FIORE e KOERBER, 2003). Todavia, *in vivo*, lesões periapicais são resultados de uma série complexa de eventos imunológicos e inflamatórios que resultam em bordas irregulares e difusas. A criação de defeitos ósseos artificiais com solução ácida apresenta, radiograficamente, um contorno indefinido, diferente do modelo mecânico e semelhante a uma situação em que, a perda óssea é mais difusa e, conseqüentemente, de diagnóstico mais difícil (TIRREL et al., 1996; MEIER et al., 1996). Dessa maneira, destaca-se a viabilidade da simulação digital para comparar dois modelos na mesma unidade amostral. O modelo mecânico, neste trabalho, foi obtido com a ferramenta lápis do programa Photoshop®, determinando margens definidas e homogêneas para os defeitos, semelhante ao padrão gerado pelo uso de brocas esféricas. Em contrapartida, o modelo químico, gerado com a ferramenta spray é responsável pela criação de defeitos heterogêneos, com a presença de bordas indefinidas e irregulares, similar ao padrão observado em lesões ósseas periapicais.

É importante observar que a maior parte dos trabalhos citados neste estudo foi realizada *in vitro*, portanto em condições ideais de padronização radiográfica. Esse fato deve ser lembrado porque, em condições clínicas, é bastante difícil obter-se a reprodução geométrica da imagem, mesmo com os métodos de correção disponíveis no mercado (TYNDALL, KAPPA e BAGNEL, 1990). Entretanto, sugere-se que novos trabalhos *in vivo* sejam realizados, pois os resultados deste estudo demonstraram a capacidade diagnóstica da subtração digital qualitativa na determinação de pequenos defeitos ósseos para ambos os modelos, podendo ser mais uma ferramenta disponível para o endodontista.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- a subtração digital qualitativa mostrou desempenho significativamente melhor do que a avaliação de pares de radiografias para ambos os modelos de reabsorção simulada nas intensidades leve e moderada;
- a acurácia na detecção dos defeitos foi maior para modelo mecânico do que para o químico, o que pode ser explicado pela presença de bordas bem definidas e homogêneas, no primeiro, o que facilita o diagnóstico.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the performance of periapical radiographs in the diagnosis of digitally simulated bone loss. Thirty premolar and molar mandibular teeth apices, without radiolucences, were selected from files. The radiographs were digitized at 8 bits, 256 gray levels, 300 dpi and stored in JPEG 12 format. In the original image the selected apical areas were marked out with a square, the images were reproduced seven times and numbered sequentially, forming eight groups. The bone loss was digitally simulated with pencil tool (mechanic model) and spray tool (chemical model), with black ink, 3%, 5% and 8% intensities. Three observers evaluated at different moments the image pairs (initial and experimental) and the subtracted images. Twenty percent of the images were reanalyzed. The Spearman's Correlation Coefficient Test and Wilcoxon's matched-pairs Test demonstrated, for both models, a good intra and inter-observer reproducibility,

with exception to one observer. The ROC's curves ($p > 0,05$) analyses showed a significant difference between both models for 3% and 5% intensities. There was not significant difference for 8% intensity. The qualitative digital subtraction showed better performance than radiographs image pair analysis in both models of simulated light and moderate resorption.

Key words: Periapical tissue, dental radiograph, digital radiograph subtraction technique.

Referências

- BENDER, I. B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: I. J Am Dent Assoc, Chicago, v. 62, n. 2, p. 152-160, Feb. 1961.
- BENDER, I. B.; SELTZER, S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: II. J Am Dent Assoc, Chicago, v. 62, n. 6, p. 709-716, June 1961.
- BENDER, I. B. Factors influencing the radiographic appearance of bone lesions. J Endod, Baltimore, v. 8, n. 4, p. 161-170, April 1982.
- DAMANTE, J. H. et al. Interpretação radiográfica. In: ALVARES, L. C.; TAVANO, O. Curso de radiologia em odontologia. 4. ed. São Paulo: Santos, 2000, p. 175-176.
- DAMANTE, J. H.; CARVALHO, P. V. Contribuição a interpretação radiográfica de lesões ósseas produzidas experimentalmente em mandíbulas humanas secas (parte I). Rev de Odont USP, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 131-138, jul./set. 1988.
- _____. Contribuição a Interpretação Radiográfica de Lesões Ósseas Produzidas Experimentalmente em Mandíbulas Humanas Secas (parte II). Rev. de Odont. USP, São Paulo, v.3, n.1, p.277-283, jan./mar. 1989.
- 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, St. Louis, v. 82, n. 3, p. 344-350, Jul. 1996.
- KULLENDORFF, B.; NILSSON, M. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions: effects on diagnostic accuracy after application of image processing. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, St. Louis, v. 82, n. 5, p.585-589, Nov.1996.
- MEIER, A. W. et al. 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. 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. et al. Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital and telephonically transmitted radiographic images. J Endod, Baltimore, v. 24, n. 4, p. 262-266, April 1998.

PARSELL, D. E. et al. Sensivity of various radiographic methods for detection of oral cancellous bone lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, St. Louis, v. 86, n. 4, p. 498-502, Oct. 1998.

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

STASSINAKIS, A. et al. Accuracy in detecting bone lesions *in vitro* with conventional and subtracted direct digital imaging. Dentomaxillofac Radiol, Houndsmills, 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, St. Louis, v. 59, n. 3, p. 306-312, Mar. 1985.

SHOHA, R. R.; DOWSON, J.; RICHARDS, B. S. Radiographic Interpretation of Experimentally Produced Bone Lesions. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, n. 2, v. 38, p. 294-303, 1974.

SULLIVAN JÚNIOR, J. E.; DI FIORE, P.; KOERBER, A. Radiovisiography in the detection of periapical lesions. J Endod, Baltimore, v. 26, n. 1, p. 32-35, Jan. 2003.

TIRREL, B. C. et al. Interpretation of chemically created lesions using direct digital imaging. J Endod, Baltimore, v. 22, n. 2, p. 74-78, Feb. 1996.

TYNDALL, D. A.; KAPPA, 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, April 1990.

YOKOTA, E. T. et al. Interpretation of periapical lesions using radiovisiography. J Endod, Baltimore, v. 20, n. 10, p. 490-494, Oct.1994.

Endereço para correspondência

Vania Regina Camargo Fontanella
Rua Ramiro Barcelos, 2492
CEP: 90035-003
PORTO ALEGRE/RS
E-mail: vaniafontanella@terra.com.br