

RESUMO

A radiografia de subtração é uma técnica computadorizada de manipulação de imagens, capaz de detectar pequenas alterações em tecidos duros dentários e osso pela redução de estruturas anatômicas idênticas ou inalteradas em imagens radiográficas padronizadas e sobrepostas realizadas em um intervalo de tempo. A realização adequada desta técnica é difícil, mas possível através da padronização de geometria, contraste e densidade e da utilização de programas computadorizados para correção de erros. A técnica da radiografia de subtração permite a detecção de pequenas alterações ósseas com uma grande precisão, sensibilidade e especificidade. Além disso, a radiografia de subtração permite estimativas de área e volume de ganho ou perda óssea. Esta pesquisa bibliográfica pretende fazer a definição de radiografia de subtração e descrever seu funcionamento e seus diversos usos na terapia periodontal, comparando, eventualmente, a radiografia de subtração com a radiografia de transmissão convencional. Conclui-se que a radiografia de subtração pode ser um excelente instrumento de diagnóstico adicional para a avaliação dos efeitos do tratamento periodontal, se realizada corretamente.

Utilização da radiografia de subtração para avaliação de alterações ósseas no tratamento periodontal

UTILIZATION OF SUBTRACTION RADIOGRAPHY FOR EVALUATION OF BONE CHANGES IN THE PERIODONTAL TREATMENT

RIBEIRO, E.A.*; FEITOSA, A.C.R.**

UFES Rev. odontol.
1 (2): 08-15, 1999

Unitermos: Radiografia de Subtração, Alterações Ósseas.

Key Words: Subtraction Radiography, Bone Changes.

* **Evandro Albani Ribeiro**

Especialista em Radiologia Odontológica pela C.E.O. São Leopoldo Mandic – Campinas - SP
Integrante do Corpo Docente do Curso de Atualização em Periodontia da UFES

** **Alfredo Carlos Rodrigues Feitosa**

Professor Assistente de Periodontia da UFES

INTRODUÇÃO

As doenças periodontais são infecções do periodonto que podem progredir por picos de atividade da doença, podem afetar somente locais específicos, e podem ser induzidas por uma grande variedade de microrganismos⁶. Uma vez diagnosticada, a doença periodontal precisa ser tratada e acompanhada, observando-se se o tratamento está tendo sucesso pela progressão

ou não da doença.

A progressão da doença periodontal e a sua cicatrização após a terapia resultam em alterações ósseas alveolares. Portanto, o diagnóstico de súbitas mudanças no osso alveolar é de grande importância no tratamento e manutenção de pacientes susceptíveis à periodontite e na pesquisa periodontal¹.

Uma forma de se observar essas alterações ósseas decorren-

tes da doença periodontal é a obtenção de radiografias intra-orais periapicais e/ou interproximais e suas devidas avaliações. Entretanto, segundo KULLENDORFF et al.¹⁵, os efeitos de doenças como a doença periodontal não são detectáveis radiograficamente até algum tempo após o seu início. As radiografias convencionais provêm imagens bidimensionais de objetos tridimensionais e refletem a anatomia do osso naquele instante. Elas não indicam se a perda óssea está progredindo ou se ocorreu previamente. Para detectar uma reabsorção ativa do osso, medidas replicadas necessitam ser realizadas em radiografias padronizadas⁶.

Com o uso de radiografias convencionais, a habilidade do clínico em detectar pequenas alterações ósseas com o passar do tempo é limitada por variações em geometria, contraste e nitidez das radiografias, e pela superposição de estruturas inalteradas, como raízes dentais, sobre a área que está perdendo osso¹². Além disso, segundo JEFFCOAT¹¹, a radiografia convencional não registra o ganho ou perda óssea alveolar até que 30% a 50% do mineral ósseo seja destruído. Em um estudo de THIELADE²⁷, mostrou-se que a imagem radiográfica convencional sempre tende a mostrar uma destruição menos severa do que o que realmente ocorre.

Por isso, atualmente, um método conhecido como radiografia de subtração tem sido utilizado durante a terapia periodontal ou estudos periodontais para uma melhor avaliação do ganho ou perda óssea alveolar. Este método usa pares de radiografias, tirados em

diferentes períodos de tempo, que são comparados usando técnicas computadorizadas¹. Duas radiografias padronizadas são alinhadas, corrigidas por variações em contraste, nitidez e geometria plana, e subtraídas. Desta forma, todas as estruturas como dentes e osso inalterado são cancelados, deixando a área de alteração prontamente visível contra um fundo neutro²³. Para melhorar a visualização da alteração óssea, esta pode ser colorida e superposta sobre a radiografia original².

Hoje, sabemos que a radiografia de subtração é uma técnica de manipulação de imagem que facilita a observação de alterações ósseas muito pequenas para serem vistas pelo olho humano²⁵. Conforme HAUSMANN et al.⁸, a radiografia de subtração mostrou ser mais de 90% precisa, e, de acordo com JEFFCOAT et al.¹⁰, a radiografia de subtração mostrou ser 92% sensível e 97% específica na detecção de pequenas lesões ósseas. Além disso, a radiografia de subtração permite estimativas de área e volume de ganho ou perda óssea²².

Portanto, nota-se que a radiografia de subtração tem hoje um importante papel no diagnóstico e tratamento da doença periodontal e outras lesões ósseas, além de também poder ser utilizada para demonstração de alterações ósseas e de tecidos duros dentários em diversos estudos científicos.

Esta pesquisa bibliográfica tem por objetivos: definir radiografia de subtração e descrever seu funcionamento; e descrever a sua utilização na terapia periodontal, eventualmente comparando a radiografia de subtração com a radiografia de transmissão convencional.

REVISTA DA LITERATURA

1. Definição de radiografia de subtração

A radiografia de subtração é um instrumento de diagnóstico capaz de detectar pequenas alterações em tecidos duros dentários e osso pela redução de estruturas anatômicas idênticas ou inalteradas em imagens radiográficas padronizadas e sobrepostas realizadas em um intervalo de tempo³³.

Esta técnica foi primeiramente descrita pelo radiologista holandês Ziedses des Plantes em 1934, como um método para detectar diferenças entre radiografias tiradas em série⁹.

2. Como funciona

Antes da aplicação da tecnologia da imagem digital, a radiografia de subtração não era prática para aplicações intra-orais²¹.

Portanto, para utilização adequada da técnica da radiografia de subtração, deve-se usar necessariamente a radiografia digital, que pode ser obtida tanto indiretamente (pela digitalização de uma radiografia de transmissão através de câmeras de vídeo ou scanners de alta resolução) quanto diretamente (através de sensores intra-buciais para obtenção da imagem). Essa imagem resultante da radiografia digital será processada e exibida em um monitor de computador e então poderá ser armazenada, manipulada, impressa e/ou transmitida para outros computadores.

Na radiografia de subtração, uma imagem radiográfica digital padronizada é obtida previamente, como, por exemplo, no início

de um tratamento periodontal. Durante o desenvolvimento do tratamento, ou dentro de um determinado período de tempo, faz-se outra radiografia digital padronizada da mesma região, que deverá conter a mesma geometria, o mesmo contraste e a mesma nitidez da primeira. Feito isto, através de programas computadorizados de manipulação de imagens, essas duas radiografias digitais padronizadas serão alinhadas, corrigidas por variações em contraste, nitidez e geometria, e subtraídas. A imagem resultante da subtração é a de estruturas isoladas que sofre-

ram alterações durante o intervalo de tempo entre a primeira radiografia digital e a segunda, ou seja, todas as estruturas como dentes e osso inalterado (chamados de "structured noise") são cancelados, deixando a área da alteração prontamente visível contra um fundo neutro¹². Em outras palavras, as estruturas que não sofreram alterações serão subtraídas e aparecerão como um cinza neutro, perdas de tecidos aparecerão como um cinza mais escuro, e áreas onde houve ganho de tecido aparecerão como um cinza mais claro¹¹. (Figura 1)

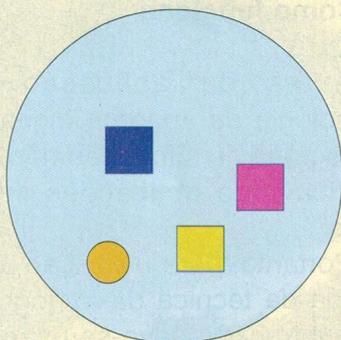
3. Limitações

Uma limitação da radiografia de subtração é o fato de que, quando radiografias quase idênticas são subtraídas, é difícil visualizar os dentes, portanto obscurecendo a localização do ganho ou perda óssea em relação à superfície radicular ou defeitos ósseos existentes¹⁰.

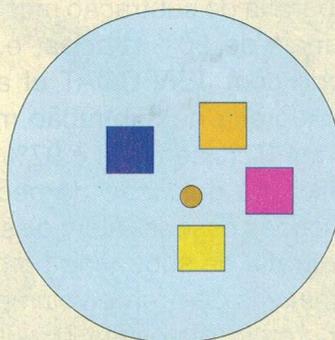
Para contornar esta limitação, programas computadorizados foram desenvolvidos para isolar as áreas de alteração óssea na radiografia de subtração (com o uso de pseudo-cores) e sobrepô-las sobre a radiografia, tornando fácil a detecção e localização de pequenas alterações ósseas². Essas cores podem ser adicionadas determinando-se seletivamente uma cor diferente para cada tom de cinza da imagem de subtração obtida previamente³¹.

A simples detecção da presença ou ausência de uma lesão não preenche todas as necessidades clínicas. Em muitas situações, o dentista também precisa ser capaz de quantificar o tamanho da lesão a fim de determinar a taxa de progressão ou cicatrização da doença. Uma limitação é que a lesão em questão é tridimensional e os filmes usados em radiografia de subtração digital provêm uma representação bidimensional da anatomia. Para realizar esta tarefa de diagnóstico tridimensional, a radiografia de subtração digital quantitativa tem sido desenvolvida, explorando a informação do nível de cinza contida na imagem de subtração. Em outras palavras, programas de computador especializados detectam a lesão e determinam sua área. Após comparar o nível de cinza da lesão com a imagem de um material de referência que ge-

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE RADIOGRAFIA DE SUBTRAÇÃO



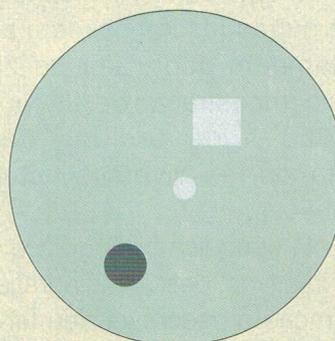
A - Radiografia Inicial



B - Radiografia após 12 meses

Note que as estruturas idênticas ou inalteradas foram subtraídas, aparecendo como um fundo de cinza neutro na imagem de subtração; o que sumiu (perda de tecido) na radiografia B, aparece na imagem de subtração como um cinza mais escuro; o que apareceu de novo (ganho de tecido) na radiografia B, aparece na imagem de subtração como um cinza mais claro.

B sobre A=



Uma vez que a imagem de subtração é armazenada, ela pode ser eletronicamente manipulada para sua melhor visualização, aumentando-se ou diminuindo-se o contraste e/ou o brilho tanto da imagem de subtração propriamente dita quanto do fundo neutro³³.

ralmente é incorporado ao posicionador do filme, a massa da lesão, em termos de miligramas, é calculada²³.

Os métodos de subtração são altamente precisos²², entretanto, dois fatores, a reprodutibilidade geométrica e densitométrica de pares de radiografias, podem limitar a precisão desta técnica na avaliação de radiografias clínicas¹⁹. Portanto, os métodos de obtenção da radiografia de subtração necessitam ser padronizados, o que se consegue através de técnicas específicas para padronização da geometria de imagem e com a utilização de programas computadorizados para correção de densidade ou contraste. Se a geometria da projeção e/ou contraste não forem idênticos ou quase idênticos, áreas mais claras e/ou mais escuras podem aparecer na imagem de subtração, o que representaria artefato técnico. Facilmente reconhecidos, os artefatos são indicados pela presença de contornos pretos ou brancos ao redor da periferia de coroa de dentes em uma imagem de subtração⁹.

4. Utilidades em periodontia

A radiografia de subtração tem atualmente diversos usos em periodontia, tanto no campo da pesquisa quanto na prática clínica.

No campo da pesquisa, ela tem sido utilizada para demonstrar o potencial de quimioterápicos, como o naproxeno, como coadjuvantes no tratamento da periodontite rapidamente progressiva¹⁰. Ela também tem sido útil para se pesquisar a relação da elastase com a adesão e a perda óssea na periodontite humana²⁰.

Obviamente, a técnica da subtração radiográfica digital é essencial para estudos longitudinais de alterações do osso alveolar no tratamento periodontal³⁵.

Atualmente, tem sido muito utilizada para pesquisas de comparação de tratamentos da periodontite em diferentes centros especializados, mostrando ser um método sensível e específico para detecção de pequenas alterações ósseas¹³.

Pode ser também utilizada para se fazer análises quantitativas de defeitos ósseos, como crateras e defeitos de furca, produzidos experimentalmente³⁴.

Na prática clínica, tem-se usado a subtração digital de radiografias para avaliar mudanças ósseas alveolares após o início do tratamento periodontal, verificando-se, com a terapia e durante o período de acompanhamento, se houve ganho ou perda de osso¹⁹. Além de medidas lineares, a radiografia digital permite estimativas de área e volume do ganho ou perda óssea na terapia periodontal^{22,30}.

Além disso, a radiografia de subtração tem sido utilizada para a avaliação de alterações da densidade óssea devido a progressão da doença ou devido a cicatrização após a terapia¹.

Também pode ser utilizada na detecção de pequenas lesões ósseas tanto no osso interradicular quanto no osso periapical¹⁵. Durante a avaliação da terapia periodontal, os clínicos foram capazes de identificar precisamente lesões em que menos de 5% de osso tinha sido perdido em mais de 90% das vezes⁸. Por isso, ela é importante para detectar e tratar pequenas lesões ósseas de furca, ao lado da raiz

ou na porção apical dos dentes, bem como na crista alveolar¹⁶, mostrando ser 95% sensível e específica na detecção de alterações ósseas com menos de 10 mg²⁴.

Tem-se também utilizado o método da subtração digital de radiografias para avaliar alterações ósseas de defeitos periodontais após regeneração tecidual guiada^{4,32} (Figura 2).

Além disso, a técnica da radiografia de subtração tem sido usada para monitorar a resposta do osso alveolar à terapia cirúrgica e para monitorar o caráter episódico da perda óssea na doença periodontal⁹.

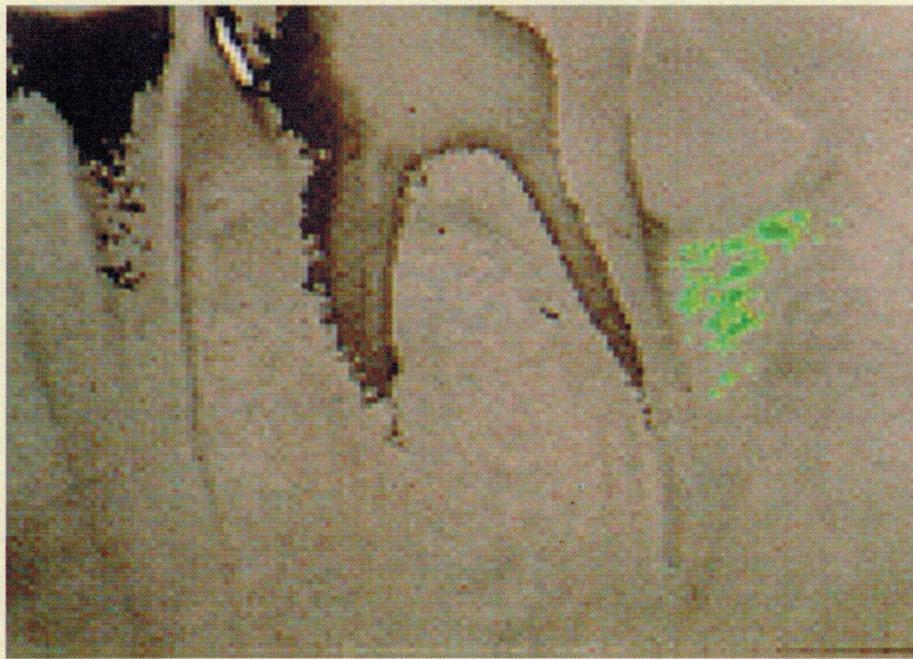
FIGURA 2 USO DA RADIOGRAFIA DE SUBTRAÇÃO PARA ACOMPANHAMENTO DE REGENERAÇÃO TECIDUAL GUIADA³



Radiografia Pré-Cirúrgica



Radiografia realizada 6 meses após a cirurgia



Radiografia de Subtração
(note que a área onde houve ganho ósseo aparece em verde)

DISCUSSÃO

O exame radiográfico convencional tem um importante papel no diagnóstico de problemas periodontais, embora o exame clínico seja ainda essencial. Entretanto, os efeitos da doença periodontal não são detectáveis em radiografias convencionais até algum tempo após o seu início¹⁵.

A radiografia também é usada em exames subseqüentes para avaliar o efeito do tratamento. O objetivo do exame de acompanhamento ("follow-up") é mostrar alterações que possam ter ocorrido em um intervalo de tempo¹⁵. Porém, pequenas alterações ósseas nem sempre podem ser detectadas em radiografias convencionais, o que prejudica a evolução do tratamento de forma mais rápida e precisa.

Por esses motivos, as novas técnicas de subtração radiográfica em radiografias digitais pa-

dronizadas realizadas em série têm assumido um lugar de destaque na terapia periodontal, pois facilitam a observação de alterações ósseas muito pequenas²⁵, melhorando a precisão do diagnóstico de ganho ou perda óssea durante ou após o tratamento periodontal⁸.

Uma grande importância clínica da radiografia de subtração digital é que ela permite que seja feita uma intervenção mais rápida do que seria possível se o paciente tivesse sido acompanhado somente com métodos radiográficos convencionais²³. Muitos estudos mostraram que, com a técnica da subtração, a sensibilidade de observadores em detectar lesões foi quase dobrada em comparação com a interpretação radiográfica convencional^{1,8,18}. A subtração digital de radiografias padronizadas obtidas em série tem mostrado uma melhor eficácia e precisão de di-

agnóstico do que a radiografia convencional^{14,28}. Para a detecção de pequenas lesões ósseas na área interradicular do osso alveolar, a radiografia de subtração digital é significativamente melhor do que a técnica convencional¹⁵.

Uma pesquisa realizada por RUDOLPH²⁶, examinou o quão pequena uma lesão poderia ser detectada com um alto grau de precisão diagnóstica. A espessura mínima de osso que pode ser detectada sob ótimas condições (sem distorção geométrica ou de contraste) é de 0.12 mm²³.

Uma comparação da habilidade do examinador em identificar lesões com radiografia de subtração versus radiografia convencional descobriu que lesões com profundidades de 0.5 mm poderiam ser identificadas com radiografia de subtração com precisão quase perfeita enquanto um grau similar de precisão não foi alcançado com técnicas convencionais

em profundidades até três vezes maiores⁷.

Também é importante notar o fato de que a radiografia digital determina alterações ósseas verdadeiras, se realizada corretamente. Alterações ósseas após tratamento cirúrgico regenerativo se correlacionaram melhor com as medidas clínicas de adesão quando avaliadas por radiografia de subtração do que quando avaliadas por radiografia convencional³². WENZEL et al.³² também afirmam que as imagens de subtração não somente refletem alterações na altura do osso alveolar como também o preenchimento ósseo de defeitos ósseos verticais interproximais.

Um outro grande potencial da técnica de subtração radiográfica é localizar alterações ósseas ao longo da superfície radicular para determinar se as alterações observadas estão relacionadas ao suporte ósseo ou a alterações mais generalizadas no mineral ósseo¹⁰.

Porém, é sempre bom lembrar que a digitalização não aumenta a informação disponível além daquela contida na radiografia original. Na verdade, a digitalização diminui o conteúdo de informação, mas transforma a imagem em uma forma que pode ser lida e analisada pelo computador. É esta análise computadorizada que dá à radiografia de subtração digital sua habilidade de mostrar com precisão as diferenças entre imagens que são muito pequenas para serem vistas pelo olho humano²³.

Um fator muito importante para o uso da técnica de subtração em odontologia é a reprodutibilidade da geometria de projeção¹⁵. Sabe-se atualmente que há alguns meios de se conseguir

essa padronização de geometria desejada; porém, mesmo usando todos os sistemas já descritos, algumas vezes a reprodutibilidade de radiografias realizadas em série não é obtida, tornando difícil os seus alinhamentos para subtração⁹. Felizmente, programas de computador podem ser prontamente aplicados para corrigir certos componentes de discrepâncias geométricas, como aquelas que ocorrem quando o filme é ligeiramente inclinado²³.

Apesar de já existirem esses programas computadorizados para corrigir alguns tipos de distorções geométricas, é importante que se tente a melhor padronização da geometria de projeção possível, pois alguns tipos de distorções ainda não podem ser corrigidas, como, por exemplo, a diferença na posição da fonte de raio-x entre duas radiografias¹⁵.

As tentativas de se obter uma imagem de subtração são tecnicamente exaustivas e devem ser exatas, e qualquer melhora em precisão deveria ser pesada contra o benefício envolvido no uso destas técnicas em pesquisas clínicas. A quantificação do tamanho de uma lesão somente é necessária quando os dados precisam ser comparados entre sujeitos. Uma quantificação relativa de expansão ou cicatrização da lesão é adequada se uma comparação entre pacientes for feita longitudinalmente²². REDDY²² coloca em dúvida o significado clínico de algumas alterações medidas; ele questiona, por exemplo, a importância clínica de um aumento na espessura de uma lesão sem uma perda linear de altura óssea ao longo da superfície radicular.

Com o uso de programas

computadorizados que substituem os tons de branco, cinza ou preto da imagem de subtração por pseudo-cores para facilitar a observação de alterações ósseas, tornou-se mais fácil identificar onde ocorreram mudanças no osso alveolar, além de tornar o resultado final da radiografia de subtração mais interessante e atrativo. Os resultados indicam que a aplicação da conversão das cores sobre diferentes densidades aumenta tanto a concordância intra-observador quanto a concordância inter-observador quando comparadas às imagens de subtração em preto-e-branco e às imagens com manipulação de contraste². Entretanto, é muito difícil eliminar todas as variáveis radiográficas relativas ao observador utilizando a técnica da subtração radiográfica.

É importante lembrar que não há um "padrão de ouro" para uso humano a fim de comparar resultados de radiografias de subtração, isto é, não há uma outra medida de alteração óssea apropriada para uso humano em qualquer outro estudo similar que possa servir como confirmação dos resultados de subtração. Para prova absolutamente definitiva, isto requer comparação de interpretações de imagens de subtração com análises histológicas de tecidos biopsiados⁹. Entretanto, há formas de se realizar estudos de validação, sobre os quais determina-se a precisão de diagnóstico em termos de sensibilidade (habilidade de detectar uma lesão) e especificidade (habilidade de eliminar a hipótese de uma lesão, quando esta realmente não existe), como é feito no caso da subtração radiográfica²³.

Apesar de a radiografia de

subtração se mostrar útil para a odontologia moderna, obviamente a tecnologia para a utilização desta técnica não está disponível para toda prática odontológica. Pode estar disponível comercialmente em alguns centros e assim pode ser de grande valor para o clínico se uma avaliação mais precisa de ganho ou perda óssea alveolar for essencial⁵, mas ainda não está disponível em todos os lugares, principalmente em países em desenvolvimento, porque requer equipamento adicional e suportes em computação, e, portanto, muitos custos e tecnologias adicionais⁶.

Porém, a disponibilidade da técnica de subtração digital tem aumentado recentemente com a introdução de micro-computadores baratos no mercado, que têm permitido uma precisão diagnóstica similar à dos equipamentos de alto custo¹⁷. Os custos de computadores estão diminuindo e suas capacidades estão se desenvolvendo rapidamente; portanto, o uso de equipamentos que possibilitem a utilização da imagem digital se tornará possível para a prática odontológica em geral em um futuro muito próximo²⁹.

Para que a subtração radiográfica se torne uma realidade na rotina da terapia periodontal e outras áreas da odontologia, além da diminuição dos custos, é preciso que haja um aperfeiçoamento dos métodos de obtenção de imagem sem distorções geométricas, de contraste ou densidade, e que, através do avanço da tecnologia e da continuidade dos estudos sobre a subtração digital de radiografias, se consiga uma determinada padronização que sirva como protocolo para a utilização universal desse sistema

por todos os cirurgiões-dentistas que utilizam a informática em seus consultórios e clínicas.

CONCLUSÃO

O diagnóstico de súbitas mudanças no osso alveolar é de grande importância no tratamento e manutenção de pacientes susceptíveis à periodontite e na pesquisa periodontal.

Com o uso de radiografias convencionais, a habilidade do clínico em detectar pequenas alterações ósseas com o passar do tempo é limitada.

A radiografia de subtração permite a detecção de pequenas alterações ósseas com uma grande precisão, sensibilidade e especificidade. Além disso, permite estimativas de área e volume de ganho ou perda óssea, podendo ser um excelente instrumento de diagnóstico adicional para a avaliação dos efeitos do tratamento periodontal.

Portanto, a radiografia de subtração tem hoje um importante papel no diagnóstico e tratamento da doença periodontal e outras lesões ósseas, além de também poder ser utilizada para demonstração de alterações ósseas e de tecidos duros dentários em diversos estudos científicos.

Para que a radiografia de subtração seja corretamente realizada, é preciso que haja uma padronização da geometria de projeção, da densidade e do contraste das radiografias realizadas em série, para que estas possam ser adequadamente alinhadas e subtraídas. Esta padronização é difícil, mas possível de se obter.

A utilização de programas computadorizados para a correção de possíveis erros de geometria, contraste e densidade é muito

importante e diminui a possibilidade de resultados errôneos.

A redução dos custos em informática juntamente com um maior desenvolvimento tecnológico que possibilite uma padronização tal que sirva como protocolo do procedimento, possibilitaria a utilização universal da técnica da radiografia de subtração por todos os cirurgiões-dentistas na terapia periodontal e em outras áreas da odontologia.

ABSTRACT

The subtraction radiography is a computer technique of image manipulation, that is able to detect small changes in hard dental tissues and bone by reducing identical or unchanged anatomic structures within two standardized and superimposed radiographic images taken with a time interval. The proper accomplishment of this technique is difficult, but possible by standardization of geometry, contrast and density and by the use of computer programs for error corrections. The subtraction radiography technique allows the detection of small osseous changes with a high precision, sensibility and specificity. Besides that, the subtraction radiography enables area and volume estimates of bone gain or loss. This bibliographic research intends to define subtraction radiography and to describe how it works; and to describe its many uses in the periodontal therapy, eventually comparing subtraction radiography with the conventional transmission radiography. It is concluded that subtraction radiography can be an excellent additional diagnostic tool for the evaluation of the periodontal therapy effects, if correctly accomplished.

REFERÊNCIAS

1. BRAGGER, U. Digital imaging in periodontal radiography. A review. *J. Clin. Periodont.*, 15(9): 551-557, 1988.
2. BRAGGER, U.; PASQUALI, L. Color conversion of alveolar bone density in digital subtraction images. *J. Clin. Periodont.*, 16 (4): 209-214, 1989.
3. CHAVES, E.S. et al. Clinical and radiographic digital imaging evaluation of a bioresorbable membrane in the treatment of periodontal bone defects. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 16 (5): 443-453, 1996.
4. CHRISTGAU, M. et al. Quantitative digital subtraction radiography for assessment of bone density changes following periodontal guided tissue regeneration. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 25 (1): 25-33, 1996.
5. DREYER, W.P. Technological advances in the clinical diagnosis of periodontal diseases. *Int. Dent. J.*, 43 (6): 557-566, 1993.
6. GREENSTEIN, G. Advances in periodontal disease diagnosis. *The Int. J. Periodontics Restorative Dent.*, 10 (5): 351-375, 1990.
7. GRONDAHL, K. et al. Detectability of artificial marginal bone lesions as a function of lesion depth. A comparison between subtraction radiography and conventional radiographic technique. *J. Clin. Periodontol.*, 15 (3): 156-162, 1988 apud. REDDY, M.S. Radiographic methods in the evaluation of periodontal therapy. *J. Periodontol.*, 63(12 Suppl.): 1078-1084, 1992.
8. HAUSMANN, E. et al. Usefulness of subtraction radiography in the evaluation of periodontal therapy. *J. Periodontol.*, 56: 4-7, 1985 apud. JEFFCOAT, M.K. Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss. *J. Periodontol.*, 63 (4 Suppl.): 367-372, 1992.
9. HAUSMANN, E. A contemporary perspective on techniques for the clinical assessment of alveolar bone. *J. Periodontol.*, 61 (3): 149-156, 1990.
10. JEFFCOAT, M.K. et al. Use of digital radiography to demonstrate the potential of naproxen as an adjunct in the treatment of rapidly progressive periodontitis. *J. Periodontal Res.*, 26 (5): 415-421, 1991.
11. JEFFCOAT, M.K. Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss. *J. Periodontol.*, 63 (4 Suppl.): 367-372, 1992.
12. JEFFCOAT, M.K. Diagnosis of periodontal diseases: building a bridge from today's methods to tomorrow's technology. *J. Dent. Education.*, 58 (8), 1994.
13. JEFFCOAT, M.K. et al. Efficacy of quantitative digital subtraction radiography using radiographs exposed in a multicenter trial. *J. Periodontal Res.*, 31 (3): 157-160, 1996.
14. KULLENDORFF, B. et al. Subtraction radiography for the diagnosis of periapical bone lesions. *Endod. Dent. Traumatol.*, 4: 253-259, 1988 apud. KULLENDORFF, B. et al. Subtraction radiography of interradicular bone lesions. *Acta Odontol. Scand.*, 50 (5): 259-267, 1992.
15. KULLENDORFF, B. et al. Subtraction radiography of interradicular bone lesions. *Acta Odontol. Scand.*, 50 (5): 259-267, 1992.
16. MA, X.; ZHANG, G.; CHEN, H. Clinical application prospect of digital subtraction technique for periapical radiographs. *Chung Hua Kuo Chiang Hsueh Tsa Chih.*, 30 (6): 323-325, 1995.
17. MOYSTAD, A et al. Personal computer equipment for dental digital subtraction radiography vs industrial computer equipment and conventional radiography. *Scand. J. Dent. Res.*, in press, 1991 apud. KULLENDORFF, B. et al. Subtraction radiography of interradicular bone lesions. *Acta Odontol. Scand.*, 50 (5): 259-267, 1992.
18. NICOPOULOU-KARAYIANNI, K. et al. Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and conventional radiographs. An in vitro study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 72 (2): 251-256, 1991.
19. OKANO, T. et al. Digital subtraction of radiograph in evaluating alveolar bone changes after initial periodontal therapy. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 69 (2): 258-262, 1990.
20. PALCANIS, K.G. et al. Elastase as an indicator of periodontal disease progression. *J. Periodontol.*, 63 (4): 237-242, 1992.
21. RAZMUS, T.F. Current oral and maxillofacial imaging. Philadelphia: W.B. Saunders, 1996. Cap. 1: 11. An overview of oral and maxillofacial imaging.
22. REDDY, M.S. Radiographic methods in the evaluation of periodontal therapy. *J. Periodontol.*, 63 (12 Suppl.): 1078-1084, 1992.
23. REDDY, M.S.; JEFFCOAT, M.K. Digital subtraction radiography. *Dent. Clin. North Am.*, 37 (4): 553-565, 1993.
24. REDDY, M.S. The use of periodontal probes and radiographs in clinical trials of diagnostic tests. *Ann. Periodontol.*, 2 (1): 113-122, 1997.
25. RETHMAN, M. et al. Diagnosis of bone lesions by subtraction radiography. *J. Periodontol.*, 56: 324-329, 1985.
26. RUDOLPH, D.J.; WHITE, S.C.; MANKOVICH, N.J. Influence of geometric distortion and exposure parameters on sensitivity of digital subtraction radiography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 64 (5): 631-637, 1987.
27. THIELADE, J. An evaluation of the reliability of radiographs in the measurement of bone loss in periodontal disease. *J. Periodontol.*, 31: 143-153, 1960 apud. REDDY, M.S. Radiographic methods in the evaluation of periodontal therapy. *J. Periodontol.*, 63 (12 Suppl.): 1078-1084, 1992.
28. 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.*, 16 (4): 173-178, 1990 apud. KULLENDORFF, B. et al. Subtraction radiography of interradicular bone lesions. *Acta Odontol. Scand.*, 50 (5): 259-267, 1992.
29. VAN DER STELT, P.F. Improved diagnosis with digital radiography. *Curr. Opin. Dent.*, 2: 1-6, 1992.
30. VAN DER STELT, P.F. Modern radiographic methods in the diagnosis of periodontal disease. *Adv. Dent. Res.*, 7 (2): 158-162, 1993.
31. WELANDER, U. et al. Color coding of radiographic changes over time by means of image addition. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 78 (4): 531-538, 1994.
32. WENZEL, A.; WARRER, K.; KARRING, T. Digital subtraction radiography in assessing bone changes in periodontal defects following guided tissue regeneration. *J. Clin. Periodontol.*, 19 (3): 208-213, 1992.
33. WENZEL, A. Computer-aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. *Int. Dent. J.*, 43 (2): 99-108, 1993.
34. YOUNG, S.J. et al. Quantitative analysis of periodontal defects in a skull model by subtraction radiography using a digital imaging device. *J. Periodontol.*, 67(8): 763-769, 1996.
35. ZUBERY, Y.; DOVE, S.B.; EBERSOLE, J. An in vitro study of the characteristics of a computer-aided radiographic evaluation (CARE) system for longitudinal assessment of density changes. *J. Periodontal Res.*, 28 (4): 233-40, 1993.

Correspondência / Reprint requests to:

Evandro Albani Ribeiro

Av. Des. Santos Neves, 1316/1001 - Praia do Canto, Vitória - ES - Brasil - CEP 29055-720 - e-mail: albani@escelsa.com.br