

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

José Maria Gomes

**AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE E ESPECIFICIDADE DE EXAMES
RADIOGRÁFICOS CONVENCIONAIS E DIGITAIS NA DETECÇÃO DE
FRATURAS RADICULARES TRANSVERSAIS EM DENTES INCISIVOS**

Belo Horizonte
2014

José Maria Gomes

**AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE E ESPECIFICIDADE DE EXAMES
RADIOGRÁFICOS CONVENCIONAIS E DIGITAIS NA DETECÇÃO DE
FRATURAS RADICULARES TRANSVERSAIS EM DENTES INCISIVOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Alencar de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi

Belo Horizonte

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

G633a Gomes, José Maria
Avaliação da sensibilidade e especificidade de exames radiográficos convencionais e digitais na detecção de fraturas radiculares transversais em dentes incisivos / José Maria Gomes. Belo Horizonte, 2014.
42 f. : il.

Orientador: Paulo Eduardo Alencar de Souza

Coorientador: Flávio Ricardo Manzi

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Traumatismos dentários. 2. Radiografia Dentária Digital. 3. Radiografia. 4. Incisivos (Dentes). I. Souza, Paulo Eduardo Alencar de. II. Manzi, Flávio Ricardo. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

SIB PUC MINAS

CDU 616.314-073

José Maria Gomes

AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE E ESPECIFICIDADE DE EXAMES RADIOGRÁFICOS CONVENCIONAIS E DIGITAIS NA DETECÇÃO DE FRATURAS RADICULARES TRANSVERSAIS EM DENTES INCISIVOS

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. Antônio Paulino Ribeiro Sobrinho – UFMG
- 2- Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Paulo Eduardo Alencar de Souza – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 15 de dezembro de 2014

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 26 de janeiro de 2015

Prof. Dr. Paulo Eduardo Alencar de Souza
Orientador

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao ilustre desconhecido, provavelmente anônimo, cujos ossos maxilares serviram de base para os experimentos.

Agradeço ao pessoal da Axial Odonto e da Axial Médica pela boa acolhida quando em trabalho nas suas instalações.

Agradecimentos especiais ao Prof. Dr. Flavio Ricardo Manzi por disponibilizar o sensor CCD para aquisição de parte das imagens digitais;

Agradeço às alunas da Iniciação Científica Laíze e Larissa pela indispensável ajuda na execução deste trabalho.

Agradeço aos colegas Dr. Bruno e Dra. Olívia, cirurgiões dentistas, experientes radiologistas e alunos do Programa de Pós Graduação da PUC Minas pela avaliação das imagens.

Agradeço aos funcionários da PUC Minas que sempre me trataram de forma ímpar.

Agradeço a todos que pacientemente sincronizaram-se com meus passos lentos.

Agradeço à Coordenação e Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo estímulo à minha formação através da concessão de bolsa de estudo.

Agradeço a todos que de uma forma ou outra contribuíram para conclusão deste trabalho.

RESUMO

A identificação de fraturas dentárias radiculares exige utilização de exames complementares de imagem e deve ser feita para adequado planejamento do tratamento. Radiografias convencionais e digitais apresentam vantagens e desvantagens quando comparadas e a capacidade de identificação de fraturas pode variar entre esses métodos de obtenção de imagem. Na literatura são escassos os estudos que determinam a sensibilidade e especificidade de diferentes métodos de imagem para diagnóstico de fraturas dentárias radiculares transversais. O objetivo deste trabalho é comparar a precisão do diagnóstico de fraturas radiculares transversais em dentes incisivos centrais superiores por técnicas de radiografia periapical convencional e radiografia periapical digital com sensor CCD (*charge coupled device*) e com placa de fósforo (PSP). Para isso, dezoito dentes incisivos extraídos, não tratados endodonticamente, obtidos de Banco de Dentes Humanos, foram posicionados em maxila seca, simulando as condições bucais, e submetidos as diferentes técnicas citadas anteriormente para aquisição de imagens periapicais em diferentes angulações verticais. Posteriormente, esses dentes foram submetidos à força mecânica para ocorrência de fraturas transversais e reposicionados na maxila, para aquisição das novas imagens. Dois radiologistas odontológicos experientes e previamente calibrados avaliaram as imagens para determinação do diagnóstico de fratura radicular. A sensibilidade e a especificidade dos métodos imaginológicos foram calculadas usando a curva ROC. Imagens obtidas por técnica convencional ou digital por CCD ou PSP não apresentaram diferenças significativas entre elas. A visualização de várias angulações verticais aumentou significativamente a acurácia diagnóstica da fratura em todas as técnicas radiográficas utilizadas, quando comparada com a análise da posição ortorradial apenas. Nossos achados reforçam a indicação da estratégia de variação na angulação vertical de radiografias para dentes com características clínicas sugestivas de fratura que não mostraram alteração radiográfica na imagem ortorradial.

Palavras-chave: Fratura dentária. Diagnóstico. Radiografia odontológica.

ABSTRACT

The identification of root dental fractures requires use of supplementary examination of imaging and should be made to appropriate treatment plan. Conventional and digital radiographs have advantages and disadvantages when compared to fractures and identification capability may vary between these methods of obtaining image. In the literature there are few studies that determine the sensitivity and specificity of different imaging methods for diagnosis of transverse root dental fractures. The objective of this study was to compare the diagnostic accuracy of transverse root fractures in central incisors superiors for conventional periapical techniques and digital periapical with CCD (charge coupled device) and imaging plate (PSP). For this, eighteen extracted incisors, not endodontically treated, obtained Teeth Bank, were placed in dry maxillary, simulating oral conditions, and subject to different techniques previously cited for the acquisition of periapical images in different vertical angles. Thereafter, the teeth were submitted to mechanical force for the occurrence of transverse fractures and repositioned in the maxillary to the acquisition of new images. Two previously calibrated dental radiologists evaluated the images to determine the diagnosis of root fracture. The sensitivity and specificity of imaging methods were calculated using the ROC curve. Images obtained by conventional technique or by digital CCD or PSP showed no significant differences between them. The various vertical simultaneous viewing angles significantly increased the power to diagnose fractures in all radiographic techniques, compared with the Analysis ortorradial position only. In this study, conventional or digital periapical radiographs CCD or PSP showed sensitivity, specificity and similar accuracy for the detection of transverse root fractures in maxillary incisors.

Keywords: Tooth fracture. Diagnosis. Dental radiography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo geral	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3 ARTIGO	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS.....	40
ANEXO A – Folha de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas	42

1 INTRODUÇÃO

Traumatismos dentários ocorrem preferencialmente em indivíduos do sexo masculino, especialmente em idade escolar e em fase de crescimento, como consequência de quedas, brigas ou lutas, acidentes esportivos, automobilísticos, traumatismos com objetos e maus tratos (PEREIRA et al., 1997).

Os traumatismos dentários apresentam uma alta incidência, afetando aproximadamente 20 a 30% da dentição permanente. As fraturas radiculares e corono-radiculares compreendem cerca de 0,5 a 7% do total dessas lesões e causam lesões aos tecidos mineralizados, fibras do ligamento periodontal, estruturas pulpares e, muitas vezes, estão relacionadas a outros tipos de traumatismos como a fratura do processo alveolar (ANDREASEN; ANDREASEN, 1991).

Consideram-se lesões traumáticas dentárias desde uma simples fratura em esmalte até a perda definitiva do elemento dentário. As fraturas radiculares envolvem dentina, cemento, polpa e os incisivos superiores são os dentes mais acometidos. A maior prevalência é em indivíduos de 11 a 20 anos de idade (ANDREASEN; ANDREASEN, 1991; PEREIRA et al., 1997).

As fraturas radiculares transversais (horizontais ou oblíquas), também chamadas de intraalveolares, caracterizam-se pela ruptura das estruturas rígidas da raiz, que fica dividida em dois segmentos: um apical e o outro coronário (SOARES et al., 2008). Nem sempre essas fraturas ocorrem perfeitamente de forma horizontal e, com frequência, as angulações são diagonais (JACOBSEN; ZACHIRISSON, 1975; SOARES et al., 2008).

Normalmente, as fraturas do terço apical e médio da raiz tomam um curso oblíquo, localizando-se mais apicalmente no lado vestibular do que palatino (ESTRELA; FIGUEIREDO, 2002). Nestas localizações, é necessária uma exposição radiográfica relativamente inclinada para a boa detecção da fratura (ANDREASEN; ANDREASEN, 1991). A angulação ideal para visualização de fratura radicular horizontal deve variar entre 15° e 20° em relação ao plano da fratura (TOSTA; IMURA, 2000).

Yeh (1997) descreveu quatro padrões básicos de fraturas radiculares: vertical (linha é paralela ao longo eixo da raiz), horizontal (linha de fratura é perpendicular ao longo eixo da raiz); oblíqua (linha da fratura segue um ângulo em relação ao longo eixo da raiz) e laminar (envolve uma porção da raiz sem atingir a câmara pulpar). A

fratura radicular horizontal pode estar no terço cervical, médio ou apical, embora na maioria dos casos o terço médio seja mais acometido (ANDREASEN; HJORTING-HANSEN, 1967).

As fraturas corono-radulares são mais evidentes clinicamente, pois suas bordas são facilmente observadas. As fraturas corono-radulares são menos frequentes no consultório odontológico quando comparadas com outras injúrias dentárias, podendo seu diagnóstico passar despercebido pelos cirurgiões-dentistas. A conduta no atendimento emergencial é fundamental para o prognóstico das fraturas em relação à consolidação dos fragmentos e a manutenção do dente (ANDREASEN; ANDREASEN, 1991).

As fraturas radulares, assim como qualquer lesão nos tecidos duros exigem, para o correto diagnóstico, um apurado método de localização para determinar sua extensão e possibilidades terapêuticas. Este processo de diagnóstico deve incluir uma avaliação da estrutura dentária e óssea. Para tanto se faz necessário o apoio de uma técnica radiográfica adequada, já que muitas vezes devido à inclinação da fratura ou ao deslocamento dos fragmentos, a sua localização é conseguida depois de repetidas incidências radiográficas (BRANDINI et al., 2009; KAMBORUGLU; CEBECI; GRONDAHL, 2009).

As fraturas radulares transversal e vertical apresentam etiologia distinta. As transversais ocorrem por traumatismos e as verticais ocorrem por trauma oclusal em dentes posteriores tratados endodonticamente com ou sem presença de pinos; estas apresentando problemas tanto para o diagnóstico quanto para a terapia (tratamento endodôntico ou extração). As fraturas transversais ocorrem com maior frequência, no segmento anterior da maxila, enquanto que as fraturas verticais são mais evidenciáveis nos dentes posteriores com o prognóstico desfavorável sendo a extração dentária na maioria das vezes a única forma de tratamento.

As fraturas radulares horizontais podem ocorrer em qualquer ponto da raiz, mas são mais comuns no terço médio (ANDREASEN; ANDREASEN, 1991). O tratamento indicado para as fraturas radulares horizontais é o reposicionamento da porção coronária quando deslocada, e contenção por um mínimo de três meses. O controle clínico e radiográfico mensal é necessário para se avaliar a normalidade pulpar e periodontal. Radiograficamente, em longo prazo, nos casos de fratura transversal apical, sem necrose pulpar observa-se reabsorção radicular interna ou obliteração da cavidade pulpar. Em caso de necrose pulpar e presença de

alterações radiográficas periapicais, o tratamento endodôntico radical deve ser realizado (ANDREASEN; ANDREASEN, 1991; PEREIRA et al., 1997).

A radiografia periapical é utilizada como exame inicial no diagnóstico de fraturas radiculares e é ideal para avaliar a coroa dental, raiz e estruturas adjacentes. Dentre as características radiográficas para o diagnóstico de fraturas, pode-se notar uma linha radiolúcida entre os fragmentos ou a separação dos mesmos, aumento do espaço do ligamento periodontal e perda óssea localizada. Porém, esta técnica radiográfica possui limitações, como por exemplo, a sobreposição de estruturas adjacentes. Além disso, o feixe central de raios X tem que passar paralelamente a linha de fratura para que a mesma seja identificada (MORA et al., 2007; BERNARDES et al., 2009; HASSAN et al., 2009; IIKUBO et al., 2009; KAMBUROGLU; CEBECI; GRONDAHL, 2009). Devido a isto, muitas vezes é necessário que sejam feitas várias radiografias em ângulos diferentes para conclusão diagnóstica (BRANDINI et al., 2009; KAMBUROGLU; CEBECI; GRONDAHL, 2009).

Existem vários métodos e formas para auxiliar o profissional a diagnosticar e detectar as fraturas radiculares. Além da radiografia periapical convencional, as radiografias digitais e seus recursos, as tomografias computadorizadas multislice e de feixe cônico podem ser úteis na prática clínica. Entretanto, o diagnóstico de lesões orais não deve se limitar somente a radiografias, pois muitas lesões possuem aparência similar, como por exemplo, perfuração da raiz e doença periodontal, cujo diagnóstico equivocado pode influenciar diretamente no planejamento do tratamento e no prognóstico do dente com a lesão (BORBA; MANGELLI JÚNIOR; MANZI, 2006).

Aun et al. (1995) realizaram um trabalho *in vitro* de avaliação radiográfica de três tipos de fraturas: fraturas transversais, fraturas oblíquas com inclinação apico-cervical ou cervico-apical no sentido vestibulo-lingual, pelas técnicas da bissetriz, paralelismo e uma mista (associação entre paralelismo e bissetriz). Eles verificaram que apenas uma técnica radiográfica não é suficiente para o diagnóstico de todos os tipos de fraturas radiculares. A técnica do paralelismo foi a que apresentou maior nitidez na imagem radiográfica para as fraturas transversais e ápico-cervical e a técnica mista para as fraturas cervico-apical. Além disso, as fraturas oblíquas foram mais difíceis de serem detectadas, exigindo assim variação da angulação vertical a partir de uma incidência inicial para possibilitar um diagnóstico comparativo.

A interpretação radiográfica de dentes traumatizados nem sempre é tarefa simples e os aspectos radiográficos podem ser influenciados por posição e gravidade da fratura, grau de deslocamento ou separação dos fragmentos e a posição do filme e do cabeçote de raios X em relação à linha de fratura. Por essas razões um mínimo de incidências radiográficas, em dois diferentes ângulos, faz-se essencial (WHAITES, 2009). Alguns autores recomendam variações nas angulações de 45, 90 e 110° (COHEN; HARGREAVES, 2007), enquanto outros +10 e -10° (SOARES; GOLDEBERG, 2001).

A radiografia convencional vem sendo substituída pelo sistema digital, que também fornece imagem bidimensional e sobreposição de estruturas adjacentes. Porém, a radiografia digital possui a vantagem de ser visualizada em tempo real, economizando tempo e eliminando o uso de produtos químicos (reveladores e fixadores) que são prejudiciais ao meio ambiente, e também permite a manipulação (ampliação e alteração de brilho e contraste), armazenamento e envio das imagens para outros profissionais (KOSITBOWORNCHAI et al., 2003; KAMBUROGLU; CEBECI; GRONDAHL, 2009).

Recentes melhorias nos sistemas de imagens digitais introduziram diversos benefícios potenciais na prática endodôntica. A geração instantânea de imagens de alta resolução; manipulação ou processamento da imagem capturada para melhorar a performance diagnóstica; dispensa da necessidade de reexpor o paciente para potenciais reincidências; baixas doses de radiação comparadas com radiografia convencional; facilidade de arquivamento, transmissão e consultas a longas distâncias; baixo tempo de captura; redução do tempo entre exposição e interpretação da imagem; e arquivamento digital da documentação dos pacientes são algumas das vantagens da radiografia digital (NAIR; NAIR, 2007).

Diferentes modalidades de imagens digitais estão disponíveis atualmente. A aquisição de imagem é facilitada pelo uso de diversas tecnologias que incorporam sensores de aquisição direta usando tecnologia de estado sólido; tal como CCD (charge, coupled device) e CMOS (complementar metal óxido semi-condutor) ou tecnologia PSP (placas de fosforo foto-estimuláveis), que são designadas como modalidades de aquisição semidireta ou indireta. Além disso, existem verdadeiros métodos indiretos tais como o uso de scanners de mesa ou câmeras de vídeo base CCD/CMOS que digitalizam as radiografias. Tais câmeras podem ser montadas nos

equipamentos odontológicos e as imagens visualizadas em um monitor (NAIR; NAIR, 2007).

Peyneau (2011) comparou diferentes métodos de imagem para o diagnóstico de fraturas radiculares longitudinais em 30 dentes tratados endodonticamente, com pino metálico intra-canal. Nesse estudo, os sistemas de radiografia digital CCD e PSP obtiveram os maiores valores de sensibilidade, especificidade e acurácia para avaliação das fraturas longitudinais que radiografias convencionais e tomografia computadorizada multislice ou de feixes cônicos. Neste mesmo trabalho ficou evidente que as imagens tomográficas não são adequadas para verificar a ausência de fratura, pois o artefato do metal do núcleo faz o avaliador perceber fraturas radiculares em raízes híginas.

Amin-Tavakoli e Esmaili (2005) compararam a acurácia diagnóstica de sistema convencional, digital (CCD) normal e realçada de radiografias intraorais na detecção de fraturas radiculares e verificaram eficácia semelhante entre essas modalidades imaginológicas.

Kondylidou-Sidira et al. (2013) induziram fraturas em dentes uni e multi radiculares para avaliarem a precisão diagnóstica da radiologia digital sistema CCD e da radiologia convencional na detecção de fraturas radiculares horizontais completas e verticais incompletas. Concluíram que as imagens digitais e convencionais, nas condições estudadas, foram equivalentes para dentes uni radiculares ao passo que para dentes multirradiculares, as imagens digitais apresentaram performance significativamente melhor.

Shintaku et al. (2013) compararam as imagens radiográficas obtidas pelo sistema digital indireto PSP (duas marcas comerciais) e as radiografias periapicais convencionais no diagnóstico das fraturas radiculares transversais e verticais produzidas artificialmente. Seus resultados, trabalhados com o método da Curva ROC, não forneceram diferenças estatísticas entre as modalidades de imagens estudadas.

A identificação de fraturas dentárias radiculares exige utilização de exames complementares de imagem e deve ser feita para adequado planejamento do tratamento desses dentes. Mesmo estando disponíveis como métodos de diagnóstico por imagem odontológica, exames radiográficos convencionais e digitais apresentam vantagens e desvantagens quando comparados. Na literatura são

escassos estudos para determinação da sensibilidade e especificidade de diferentes métodos de imagem para diagnóstico de fraturas dentárias radiculares transversais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Comparar diferentes métodos de radiografia periapical para identificação de fraturas dentárias radiculares transversais.

2.2 Objetivos específicos

- a) comparar a acurácia entre os exames de radiografia periapical convencional e periapical digital pelos sistemas CCD e PSP para detecção de fraturas dentárias radiculares transversais;
- b) comparar a acurácia entre a variação da angulação vertical e a incidência ortorradial de radiografias periapicais para detecção de fraturas dentárias radiculares transversais.

3 ARTIGO

Estratégias de detecção de fraturas radiculares transversais em incisivos: sensibilidade e especificidade de exames radiográficos convencional e digitais

Os resultados dessa dissertação foram compilados na forma de artigo científico a ser submetido à Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial (Qualis B3).

As normas do periódico podem ser acessadas em:
<http://www.elsevier.pt/pt/revistas/revista-portuguesa-estomatologia-medicina-dentaria-e-cirurgia-maxilofacial-330/acerca#instrucciones>.

Estratégias de detecção de fraturas radiculares transversais em incisivos: sensibilidade e especificidade de exames radiográficos convencional e digitais

Strategies for detection of transverse root dental fractures in incisors: sensibility and specificity of conventional and digital periapical radiography

José Maria Gomes^a, Laíze Pires Rosa^b, Larissa Silva Souza^b, Olívia dos Santos Silveira Rodrigues^a, Flávio Ricardo Manzi^a, Paulo Eduardo Alencar de Souza^a.

^aPrograma de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

^bGraduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

Autor correspondente: Paulo Eduardo Alencar de Souza. Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Avenida Dom José Gaspar, 500. Prédio 46. Sala 101. Coração Eucarístico. Belo Horizonte - Minas Gerais. Brasil. CEP: 30535-901.

E-mail: pauloalencar@pucminas.br.

RESUMO

A identificação de fraturas dentárias radiculares exige utilização de exames complementares de imagem e deve ser feita para adequado planejamento do tratamento. O objetivo deste trabalho foi comparar a precisão do diagnóstico de fraturas radiculares transversais em dentes incisivos centrais superiores por técnicas de radiografia periapical convencional e digitais com sensor CCD (*charge coupled device*) e com placa de fósforo (PSP). Para isso, dezoito dentes incisivos extraídos, não tratados endodonticamente, foram posicionados em maxila seca e submetidos às diferentes técnicas radiográficas em diferentes angulações verticais. Posteriormente, esses dentes foram submetidos à força mecânica para ocorrência de fraturas transversais e reposicionados na maxila, para aquisição das imagens. Dois radiologistas odontológicos previamente calibrados avaliaram as imagens. A sensibilidade e a especificidade dos métodos imaginológicos foram calculadas usando a curva ROC. Imagens obtidas por técnica convencional ou digital por CCD ou PSP não apresentaram diferenças significativas entre elas. A visualização de várias angulações verticais aumentou significativamente a acurácia de diagnóstico da fratura em todas as técnicas radiográficas utilizadas, quando comparada com a análise da posição ortorradial apenas. Nossos dados reforçam a importância de realizar radiografias periapicais com variações verticais de angulação para aumentar a acurácia na detecção de fraturas radiculares transversais em incisivos.

Palavras-chave: Fratura dentária; Diagnóstico; Radiografia odontológica.

ABSTRACT

The identification of root dental fractures requires use of supplementary examination of imaging and should be made to appropriate treatment plan. Conventional and digital radiographs have advantages and disadvantages when compared to fractures and identification capability may vary between these methods of obtaining image. The objective of this study was to compare the diagnostic accuracy of transverse root fractures in central incisors superiors for conventional periapical techniques and digital periapical with CCD (charge coupled device) and imaging plate (PSP). For this, eighteen extracted incisors, not endodontically treated, were placed in a dry maxilla, simulating oral conditions, and subject to different techniques previously cited for the acquisition of periapical images in different vertical angles. Thereafter, the teeth were submitted to mechanical force for the occurrence of transverse fractures and repositioned in the maxilla to the acquisition of new images. Two previously calibrated dental radiologists evaluated the images to determine the diagnosis of root fracture. The sensitivity and specificity of imaging methods were calculated using the ROC curve. Images obtained by conventional technique or by digital CCD or PSP showed no significant differences between them. The various vertical simultaneous viewing angles significantly increased the power to diagnose fractures in all radiographic techniques, compared with the ortorradial position only. Our data reinforce the relevance of carry out periapical radiographs with different vertical angles to improve the detection of transverse root fractures in incisors.

Keywords: Tooth fracture; Diagnosis; Dental radiography.

Introdução

As fraturas dentais são uma causa relativamente comum de perda dental. Dados epidemiológicos revelam que trincas e fraturas são a terceira causa de perda de dentes nos países industrializados ⁽¹⁾. Algumas fraturas são relativamente fáceis de serem tratadas, mas a maioria é difícil de diagnosticar porque os pacientes não sabem identificar o quadrante ou dente lesado ⁽²⁾ ou nos casos de pronto atendimento ao trauma, as fraturas intra-alveolares não deslocadas mostram pouca alteração clínica e são de difícil visualização em exames radiográficos ⁽³⁾. Frequentemente os pacientes relatam a existência de sintomas orofaciais de longa data que não são elucidados somente clinicamente ⁽²⁾. O problema reside no fato de que se deixadas mal resolvidas podem levar a exodontia, com considerável redução na qualidade de vida individual ⁽⁴⁾. Exames radiográficos periapicais constituem auxiliares valiosos no diagnóstico das fraturas.

Avanços na tecnologia dos sensores digitais e aumento da disponibilidade de computadores pessoais tornaram atrativo o uso da radiografia digital pela comunidade odontológica, para auxiliar no diagnóstico de cárie e de reabsorções radiculares, exame periodontal e periapical, tratamento endodôntico, análise cefalométrica e avaliação na implantodontia. Para a maioria desses exames, os sistemas digitais têm apresentado desempenho semelhante às técnicas radiográficas convencionais ⁽⁵⁾. Entretanto, ainda não há na literatura definição clara sobre a acurácia diagnóstica de fraturas radiculares quando se compara sistemas periapicais convencional e digitais ⁽⁶⁾. As fraturas radiculares, assim como qualquer lesão nos tecidos duros exigem, para o correto diagnóstico, um apurado método de localização para determinar sua extensão e possibilidades terapêuticas. Este processo de diagnóstico deve incluir uma avaliação da estrutura dentária e óssea.

Para tanto se faz necessário o apoio de uma técnica radiográfica adequada, já que muitas vezes devido à inclinação da fratura ou ao deslocamento dos fragmentos, a sua localização é conseguida depois de repetidas incidências radiográfica ^(7,8).

O objetivo deste trabalho foi comparar a acurácia entre os exames de radiografia periapical convencional e periapical digital pelos sistemas CCD e PSP para detecção de fraturas dentárias radiculares transversais, utilizando incidência de raios-X em diferentes angulações verticais.

Material e Métodos

Aprovação pelo Comitê de Ética

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas e conduzido de acordo com normas vigentes.

Amostra

Foram obtidos dezoito dentes incisivos centrais superiores extraídos. Os critérios de exclusão foram: dentes com rizogênese incompleta, com tratamento endodôntico obturador, com núcleos ou pinos intracanaís, com anomalias de desenvolvimento, com fraturas radiculares.

Os dentes foram adaptados nos alvéolos de maxila humana seca, com auxílio de resina acrílica, para mimetizar as condições bucais de realização dos exames, permanecendo na mesma posição durante a aquisição das imagens e permitindo o reposicionamento posteriormente à fratura. Para aquisição das imagens, a maxila foi posicionada em uma plataforma confeccionada com resina acrílica, contendo um posicionador de radiografias periapicais fixo, o que permitiu a realização de incidências em diferentes angulações pré-determinadas.

Radiografias periapicais

Todas as radiografias periapicais foram realizadas com aparelho KODAK 2200 Intraoral X-Ray System® (Kodak Eastman Company, USA), operando a 60 kV, 10mA, com a distância foco-receptor de 25 cm e 1.5 mm de filtração. O tempo de exposição foi de 0,35s para as imagens convencionais e 0,23s para as imagens digitais. Para simular a interferência dos tecidos moles peri-orais do paciente, foi posicionada uma placa de acrílico de 20mm de espessura entre o aparelho e os objetos a serem radiografados ^(9,10).

Para os exames radiográficos convencionais, foram utilizados filmes F Speed (3 x 4 cm Kodak Insight films) (Eastman Kodak Company, Rochester, NY, USA). Os filmes foram processados em máquina processadora automática (AP 200 Processor; PLH Medical, Watford, England).

Para os exames radiográficos digitais, foram utilizados dois sensores: sensor tamanho 2, com 10pl/mm de resolução espacial tipo CCD, RVG 5.0 (Trophy, Marne la Valle, France) e placa de fósforo com 22pl/mm de resolução espacial e 10,2s de tempo de leitura. As placas de fósforo foram escaneadas imediatamente após a exposição.

Tanto nos exames radiográficos convencionais quanto digitais, foram feitas cinco incidências: o feixe central de raios X foi direcionado perpendicularmente ao longo eixo do dente através de um suporte personalizado e, em seguida, posicionado com angulações de +45°, +30°, +15°, 0° e -15°.

Indução das fraturas radiculares

Após aquisição de todas as imagens, os dentes foram submetidos à força mecânica para ocorrência de fraturas radiculares transversais, com auxílio de

alicate. Os fragmentos obtidos foram montados e colados com éster de cianoacrilato (Super Bonder®, Loctite-Henkel, Brasil), sem deslocamento, reposicionados na maxila, para serem novamente submetidos à aquisição de imagens, conforme descrito anteriormente.

Avaliação das imagens e análises estatísticas

Dois especialistas em radiologia odontológica, com experiência em radiografia digital, analisaram todas as imagens obtidas de modo cego e independente. As imagens radiográficas convencionais foram analisadas por meio de negatoscópio em ambiente escuro e as imagens digitais por meio de computador em monitor de 22 polegadas em tela plana, estando disponíveis ferramentas de *software* (brilho, contraste, zoom, negativo e colorização), caso o avaliador necessitasse.

As fraturas foram diagnosticadas através da visualização direta de linha radiolúcida atravessando a raiz e as imagens classificadas de acordo com a seguinte escala visual:

- a) **A1** - Certamente não apresenta fratura radicular;
- b) **A2** - Provavelmente não apresenta fratura radicular;
- c) **A3** - Não há como afirmar presença de fratura;
- d) **B1** - Provavelmente apresenta fratura radicular;
- e) **B2** - Certamente apresenta fratura radicular.

Em um primeiro momento, os avaliadores tiveram acesso apenas às radiografias periapicais ortorradiais (ângulo 0) para as quais, realizaram a classificação de diagnóstico proposta acima. Em seguida, todo o conjunto de

imagens do mesmo dente, com angulações variadas (-15° , 0° , $+15^{\circ}$, $+30^{\circ}$ e $+45^{\circ}$), foi disponibilizado aos avaliadores para que eles classificassem novamente cada dente (classificação diagnóstica final).

O coeficiente Kappa para a concordância intra e inter-observadores foi calculado para cada conjunto de imagens. As classificações das imagens obtidas pelos diferentes métodos imaginológicos foram comparadas com o padrão-ouro (condição radicular real) usando a curva ROC (*receiver operating characteristic*), avaliando-se a capacidade do observador em diferenciar entre os dentes com ou sem fratura. Para isso, as avaliações foram dicotomizadas sendo os diagnósticos A1, A2 e A3 agrupados e considerados como ausência de fratura e os diagnósticos B1 e B2 agrupados e considerados como presença de fratura.

O software BioEstat 5.0 (Belém, Brasil) foi utilizado para calcular as áreas da curva ROC (valores Az) de cada imagem, as quais representam uma expressão do poder discriminativo global que um teste de diagnóstico possui ^(11,12). Estas áreas foram comparadas com o teste Qui-quadrado, com nível de significância de 5%, determinando-se: verdadeiro negativo (correta identificação de raízes não fraturadas), verdadeiro positivo (correta identificação da fratura em raiz fraturada), falso positivo (presença de fratura em raízes não fraturadas), falso negativo (ausência de fratura em raízes fraturadas) e acurácia.

Resultados

As fraturas radiculares foram visualizadas como linhas radiolúcidas transversais (fig. 1). Os valores obtidos pelo teste Kappa para avaliação da concordância inter-examinadores foram: 0,86 para convencional ortorradial; 0,88 para convencional com angulações; 0,88 para digital CCD; 0,87 para digital CCD

com angulações; 0,86 para digital PSP e 0,87 para digital PSP com angulações, mostrando ótima concordância para todas as técnicas radiográficas.

Na análise de concordância intra-examinador, o teste Kappa mostrou ótima concordância para ambos os examinadores, em todas as técnicas radiográficas utilizadas, com valores acima de 0,9.

Os diagnósticos determinados pelos examinadores para as imagens periapicais convencionais e digitais CCD e PSP foram comparados. As figuras 2 e 3 apresentam as curvas ROC para os conjuntos de imagens produzidas neste estudo. Nos gráficos ROC, as curvas são diferenciadas pelas áreas. Pode-se verificar que, ao compararmos as imagens radiográficas convencionais e digitais CCD e PSP, as áreas do gráfico (o vértice da área triangular apresenta-se mais afastado da reta 45°) são muito semelhantes entre si, tanto na avaliação das imagens periapicais ortorradiais (fig. 2), quanto na avaliação com variação da angulação vertical do tubo de raios X (fig. 3).

O teste Qui-quadrado mostrou não haver diferenças significativas entre os três métodos radiográficos para precisão do diagnóstico radicular, tanto quando foram avaliadas apenas imagens periapicais ortorradiais, quanto nas avaliações de imagens em várias angulações verticais. Entretanto, ao compararmos a mesma técnica de obtenção de imagem com e sem variação da angulação vertical, verificou-se que os diagnósticos radiculares por meio de imagens com variação da angulação vertical apresentaram áreas significativamente maiores (tab. 1). Ou seja, o poder de diagnóstico na identificação de fraturas radiculares transversais foi significativamente maior quando se associou as imagens com variação de angulação vertical, independentemente da modalidade de imagem (convencional, digital PSP e digital CCD) ($p < 0,05$).

Para visualizar melhor estes resultados, foram calculados vários parâmetros de desempenho (sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia) no diagnóstico de fraturas radiculares transversais para os diversos métodos por imagem testados. Obtivemos valores elevados para todos os parâmetros de desempenho, independentemente do método radiográfico utilizado (convencional, CCD ou PSP) (tab. 2). Entretanto, foi possível observar que esses valores foram maiores para os exames com variações na angulação vertical quando comparados com imagens ortorradiais, tanto pela técnica convencional, quanto pelas técnicas digitais CCD e PSP (tab. 2).

Discussão e Conclusão

A identificação de fraturas dentárias radiculares exige utilização de exames complementares de imagem e deve ser feita para adequado planejamento do tratamento desses dentes. Mesmo estando disponíveis como métodos de diagnóstico por imagem odontológica, exames radiográficos convencionais e digitais apresentam vantagens e desvantagens quando comparados. Uma das principais vantagens dos sistemas digitais é a menor dose de radiação para obtenção das imagens ⁽¹³⁾.

Neste trabalho realizamos comparação entre métodos radiográficos periapicais convencional e digitais na identificação de fraturas radiculares transversais. Nossos dados mostraram não haver diferença significativa na precisão do diagnóstico radicular entre radiografia convencional, digital pelo método CCD e digital pelo método PSP, tanto para imagens ortorradiais, quanto para conjunto de imagens com variações na angulação vertical. Resultados semelhantes foram observados em alguns estudos na literatura ⁽¹⁴⁾, verificaram semelhança na precisão

diagnóstica de fraturas radiculares longitudinais entre sistema convencional, digital (CCD) normal e realçado por ferramentas de imagem ⁽¹⁵⁾ também não encontraram diferenças significativas na precisão diagnóstica de fraturas radiculares horizontais completas e verticais incompletas entre radiografias periapicais convencionais e digitais CCD para dentes unirradiculares. Entretanto, para dentes multirradiculares, as imagens digitais apresentaram performance significativamente melhor. Em outro estudo, elevadas sensibilidades e especificidades para sistema digital Sidexis CCD e radiografias periapicais convencionais foram encontradas na avaliação de fraturas radiculares verticais e oblíquas, em incidências ortorradiais em dentes extraídos e posicionados em blocos de cera e acrílico. No presente estudo, os dentes extraídos foram posicionados em alvéolos de maxila humana para mimetizar as condições radiográficas clínicas com consequente sobreposição de estruturas mineralizadas, o que pode dificultar ainda mais a detecção de alterações radiculares. Mesmo assim, obtivemos valores elevados de sensibilidade, especificidade e acurácia para detecção de fraturas transversais em todas as técnicas radiográficas avaliadas.

Embora alguns autores considerem que imagens com alta resolução espacial sejam preferíveis na visualização de fraturas dentais ⁽⁵⁾, outros trabalhos na literatura corroboram nossos achados ao relatarem semelhança na precisão diagnóstica entre métodos radiográficos com resoluções de imagem diferentes ⁽¹⁶⁾ mostraram não haver diferença significativa entre a utilização de sensores periapicais PSP de alta (ScanX – 12-14 lp/mm) e baixa resolução (Digora Optime – 8 lp/mm) para detecção de fraturas dentais verticais e horizontais produzidas em dentes posteriores inferiores *in vitro*. Comparando com radiografia convencional, os valores de sensibilidade e de especificidade para todos os métodos foram acima de 65% e de 70%, respectivamente, sem diferenças significativas. Neste estudo a curva ROC foi

utilizada e os valores da sensibilidade e especificidade foram obtidos a partir da transformação de uma escala visual de 5 opções em uma decisão dicotômica⁽³⁾, avaliando diversas variáveis tais como tempo de exposição, resolução de varredura, resolução dos monitores na detecção de fraturas por meio do sistema PSP, encontraram sensibilidade variando de 45% a 60% e especificidade de 82% a 98%, sem contudo apresentarem diferenças significativas⁽⁸⁾, comparando sistema convencional e sistema PSP, encontraram sensibilidade de 74% e 68%, respectivamente, e especificidade 96 e 97%, respectivamente.

O uso de ferramentas de manipulação de imagem é uma das vantagens dos sistemas radiográficos digitais. Entretanto, essas ferramentas também não melhoraram significativamente o poder diagnóstico de fraturas radiculares em estudos realizados previamente ^(2,17).

Uma variável não controlada e que pode constituir uma limitação na maioria dos trabalhos da literatura que estudam diagnóstico imaginológico de fraturas radiculares *in vitro* ^(8,13,18,19) é a realização de fraturas radiculares mecânica e artificialmente induzidas em dentes extraídos. A morfologia dessas fraturas pode diferir daquelas que ocorrem nos indivíduos. Em nosso estudo, embora os fragmentos tenham sido devidamente reposicionados, medidas das espessuras das linhas de fratura não foram efetuadas, como descrito em trabalho que utilizou microtomografia computadorizada e encontrou espessura média de 0,243mm com desvio padrão de 0,069 ⁽²⁰⁾.

A interpretação radiográfica de dentes traumatizados nem sempre é tarefa simples e os aspectos radiográficos podem ser influenciados por posição e gravidade da fratura, grau de deslocamento ou separação dos fragmentos e a posição do filme e do cabeçote de raios X em relação à linha de fratura. Fraturas

dentais podem ser mascaradas se o ângulo de projeção do feixe de Raios X não for paralelo à linha de fratura ^(8,19,20-22). Por essas razões um mínimo de incidências radiográficas, em dois diferentes ângulos, faz-se essencial. Alguns autores recomendam variações nas angulações de 45, 90 e 110° ⁽²³⁾. No presente estudo, a maxila e o posicionador radiográfico foram mantidos fixos de modo que somente o tubo de Raios X sofresse movimentação para realização de exames com angulações verticais variando de -15° a +45°, com intervalos de 15°.

Apesar de radiografias periapicais convencionais ou digitais CCD ou PSP mostraram sensibilidade, especificidade e acurácia semelhantes para detecção de fraturas radiculares transversais em dentes incisivos superiores, este estudo demonstrou que diferentes angulações verticais aumentam significativamente o poder de diagnóstico de fraturas radiculares transversais, independentemente da técnica radiográfica periapical utilizada.

Agradecimentos

A Fundação de amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e à Coordenação e Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsa.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

BIBLIOGRAFIA

1. Bader JD, Shugars DA, Robertson TM. Using Crowns to prevent tooth fracture. *Comm Dent Oral Epidemiol.* 1996;24:47-51.
2. Kositbowornchai S, Sikram S, Nuansakul R, Thinkhamrop B. Root fracture detection on digital images: effect of the zoom function. *Dent Traumatol.* 2003;19:154–9.
3. Künzel A, Weimar S, Willers R, Becker J. Diagnostic of tooth fracture with the vitascan system. *Dent Traumatol.* 2008 Oct;24(5):537-41.
4. Brennan DS, Spencer AJ, Roberts-Thomson KF. Tooth loss, chewing ability and quality of life. *Qual Life Res.* 2008 Mar;17(2):227-35.
5. Wenzel A, Kirkevang LL. High resolution charge-coupled device sensor vs. medium resolution photostimulable phosphor plate digital receptors for detection of root fracture in vitro. *Dent Traumatol.* 2005;21:32-6.
6. Shintaku WH, Venturin JS, Noujeim M, Dove SB. Comparison between intraoral indirect and conventional fiMI-based imaging for the detection of dental root fractures: an *ex vivo* study. *Dent Traumatol.* 2013 Dec;29(6):445-9.
7. Brandini DA, Poi WR, Panzarini SR, Sonoda CK, de Castro JC, Luvizuto ER, et al. Integrated treatment to resolve a horizontal root fracture. *Dent Traumatol.* 2009 Apr;25(2):16-20.
8. Kamboruglu K, Cebeci I, Grondahl H. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. *Dent Traumatol.* 2009;25(3):256-61.
9. Sogur E, Backs BG, Grandhal HG. Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited cone beam CT, storage phosphor and film radiography. *Int Endod J.* 2007;40(3):179-85.
10. Caldas MP, Ramos-Perez FM, de Almeida SM, Haiter-Neto F. Comparative evaluation among different materials to replace sof tissue in ora radiology studies. *J Applied Oral Sci.* 2010 May/June;18(3):264-7.
11. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiol.* 1982;143(1):29-36.
12. Wenzel ANN, Verdonsschot EH. Some considerations in the evaluation of diagnostic tests in dentistry. *Dentomaxillofac Radiol.* 1994;23(4):179-82.

13. Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. J Endod. 2007;33:1-6.
14. Amin-Tavakoli M, Esmaili, F. Diagnostic Accuracy of conventional radiography and digital radiography in detecting of root fractures (*in vitro* study). Beheshiti Univ Dent Traumatol. 2005;22(Special Issue):7-11.
15. Kondylidou-Sidira A, Fardi A, Giannopoulou M, Parisis N. Detection of experimentally induced root fractures on digital and conventional radiographs: an *in vitro* study. Odontol. 2013 Jan;101(1):89-95.
16. Shintaku W, Enciso R, Broussard J, Clark GT. Diagnostic Imaging for chronic orofacial pain, maxillofacial osseous and soft tissue pathology and temporomandibular disorders. J Calif Dent Assoc. 2006 Aug;34:633-44.
17. Tofangchiha M, Bakhshi M, Shariati M, Valizadeh S, Adel M, Sobouti F. Detection of vertical root fractures using digitally enhanced images: reverse contrast and colorization Dental Traumatol. 2012 Dec;28(6):478-82.
18. Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinahawattana S, Saengmontri S. Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography. Dentomaxillofac Radiol. 2001;30(2):106-9.
19. Mora MA, Mol A, Tyndall DA, Rivera EM. *In vitro* assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007 June;103(6):825-9.
20. Likubo M, Kobayashi K, Mishima A, Shimoda S, Daimaruya T, Igarashi C, et al. Accuracy of intraoral radiography, multidetector helical CT, and Limited Cone Beam CT for detection of horizontal tooth root fracture. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009 Nov;108(5):e70-4.
21. Bernardes RA, de Moraes IG, Húngaro Duarte MA, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM. Use of Cone Beam Volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009 Aug;108(2):270-7.
22. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. J Endod, 2009 May;35(5):719-22.
23. Cohen S, Hargreaves K. Caminhos da polpa. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Tabelas

Tabela 1 – Avaliação da acurácia na identificação de fraturas radiculares pelos diferentes métodos radiográficos, com base nas áreas obtidas pelas curvas ROC.

Imagens		Área	Desvio Padrão	Intervalo de confiança de 95%
Convencional		0,83	0,06	0.7001 a 0.9699
Convencional	com angulações	0,89*	0,05	0.7786 a 1.0
Digital PSP		0,87	0,05	0.7712 a 0.9988
Digital	PSP com angulações	0,91*	0,05	0.809 a 1.0
Digital CCD		0,80	0,07	0.6596 a 0.9504
Digital	CCD com angulações	0,90*	0,05	0.7937 a 1.0

* diferença significativa entre diagnósticos com e sem variações na angulação vertical dentro da mesma técnica radiográfica (Chi-quadrado com nível de significância de 5%).

Tabela 2 – Medidas de desempenho para diagnóstico de fratura radicular em imagens obtidas por diferentes técnicas radiográficas periapicais (%).

	Convencional	Convencional com angulações	PSP	PSP com angulações	CCD	CCD com angulações
Sensibilidade	78	89	83	88	83	87
Especificidade	89	89	94	94	78	93
Preditivo Negativo	80	89	85	88	84	86
Preditivo Positivo	87	89	94	94	80	83
Acurácia	83	89	89	92	82	89

Figuras

Figura 1 - Radiografias periapicais convencional (A), digitais PSP (B) e CCD (C) mostrando fraturas radiculares.

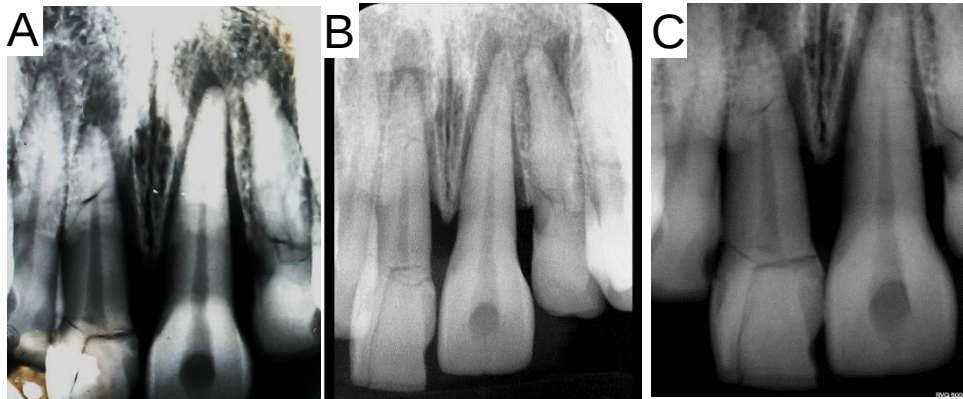


Figura 2 – Curvas ROC para os diagnósticos radiculares das imagens ortorradiais obtidas pela análise das radiografias convencionais (A), digitais PSP (B) e digitais CCD (C).

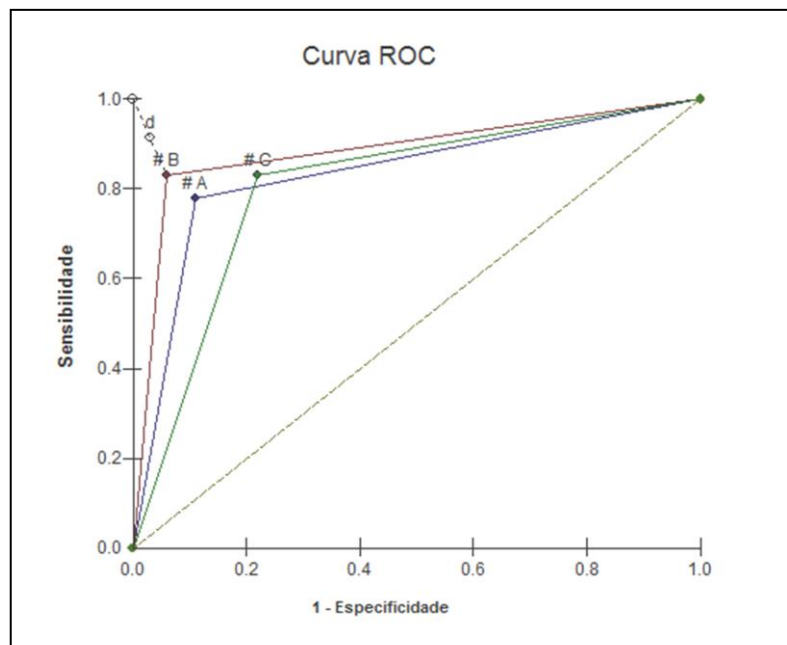
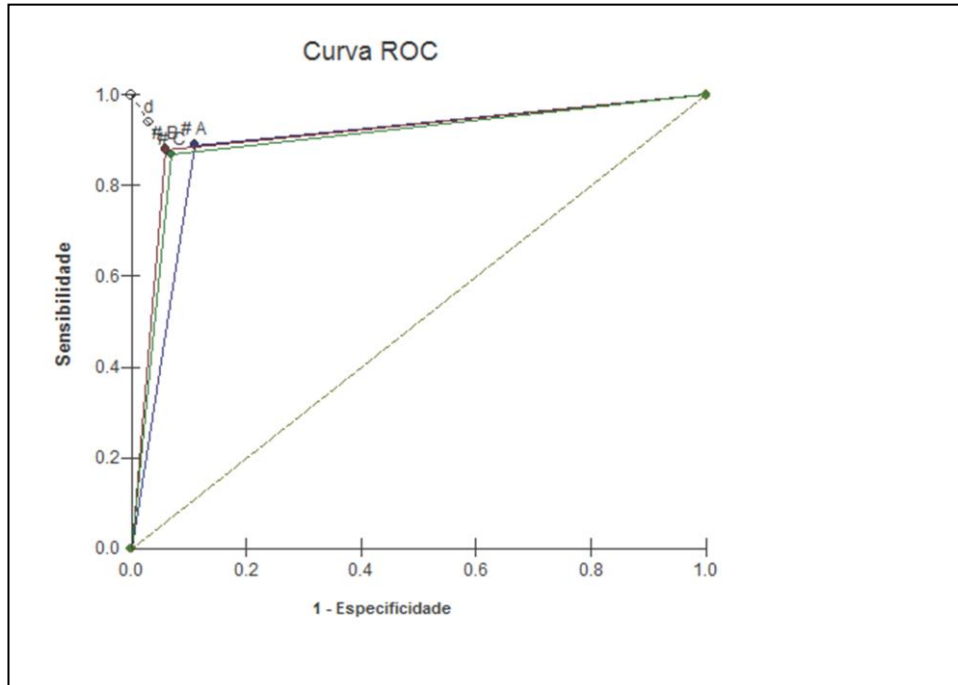


Figura 3 - Curvas ROC para os diagnósticos radiculares das imagens com diferentes angulações verticais obtidas pela análise das radiografias convencionais (A), digitais PSP (B) e digitais CCD (C).



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constatação de que a análise de imagens com diferentes angulações verticais, independentemente da técnica radiográfica periapical utilizada, aumenta significativamente o poder de diagnóstico de fraturas radiculares transversais, reforça a indicação dessa estratégia para dentes com características clínicas sugestivas de fratura que não mostraram alteração radiográfica na imagem ortorradial.

Neste estudo, radiografias periapicais convencionais ou digitais CCD ou PSP mostraram sensibilidade, especificidade e acurácia semelhantes para detecção de fraturas radiculares transversais em dentes incisivos superiores. Entretanto, as medidas de desempenho variaram em torno dos 80 e 90%, ou seja, uma pequena parcela das imagens avaliadas ainda teve diagnóstico errôneo pelos examinadores. Assim, comparações com outros métodos de imagem como tomografia computadorizada se fazem necessárias para identificação do método com maior poder diagnóstico.

REFERÊNCIAS

- AMIN-TAVAKOLI, M.; ESMAILI, F. Diagnostic Accuracy of conventional radiography and digital radiography in detecting of root fractures (*in vitro* study). **Beheshiti University Dental Traumatology**, v.Special Issue, p. 7-11, 2005.
- ANDREASEN, J.O.; HJØRTING-HANSEN, E. Intraalveolar root fractures: radiographic and histologic study of 50 cases. **Journal of Oral Surgery**, v.25, p. 414-426, 1967.
- ANDREASEN, J.O.; ANDREASEN, F.M. **Traumatismo Dentário: soluções clínicas**. São Paulo: Panamericana, 1991. 168p.
- AUN, C.E. et al. Avaliação Radiográfica *in vitro* para diagnóstico de três tipos de fraturas radiculares, pela técnica da bisettriz, paralelismo e uma técnica mista. **Revista Paulista de Odontologia**, v.17, p. 5-16, 1995.
- BERNARDES, R.A. et al. Use of Cone Beam Volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics**, v.108, n.2, p. 270-277, 2009.
- BORBA, F.R.P.; MANGELLI JÚNIOR, M.C.; MANZI, R.F. A Importância do exame radiográfico para o diagnóstico de fraturas radiculares. **Arquivo Brasileiro de Odontologia**, v.2, n.2, p. 137-143, 2006.
- BRANDINI, D. et al. Integrated treatment to resolve a horizontal root fracture. **Dental Traumatology**, v.25, n.2, p. 16-20, Apr. 2009.
- COHEN, S.; HARGREAVES, K. **Caminhos da polpa**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J.A. **Endodontia: princípios biológicos e mecânicos**. São Paulo: Artes Médicas, 2002.
- HASSAN, B. et al. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. **Journal of Endodontics**, v.35, n.5, p. 719-722, 2009.
- JACOBSEN, I.; ZACHIRISSON, B.U. repair characteristics of root fractures in permanent anterior teeth. **Journal of Dental Research**, v.83, p. 355, 1975.
- KAMBORUGLU, K.; CEBECI, I.; GRONDAHL, H. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. **Dental Traumatology**, v.25, n.3, p. 256-261, 2009.
- KONDYLIDOU-SIDIRA, A. et al. Detection of experimentally induced root fractures on digital and conventional radiographs: an *in vitro* study. **Odontology**, v.101, n.1, p. 89-95, Jan. 2013.

KOSITBOWORNCHAI, S. et al. Root fracture detection on digital images: effect of the zoom function **Dental Traumatology**, v.19, p. 154-159, 2003.

LIKUBO, M. et al. Accuracy of intraoral radiography, multidetector helical CT, and Limited Cone Beam CT for detection of horizontal tooth root fracture. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v.108, n.5, p. e70-e74, Nov. 2009.

MORA, M. et al. *In vitro* assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology & Endodontics**, v.103, n.6, p. 825-829, 2007.

NAIR, M.K.; NAIR, U.P. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. **Journal of Endodontics**, v.33, p. 1-6, 2007.

PEREIRA, A.J.A. et al. Consequência do diagnóstico equivocado no prognóstico das fraturas radiculares. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas**, v.51, n.6, p. 579-582, nov./dez., 1997.

PEYNEAU, P.D. **Detecção de fratura radicular em dentes com pino metálico por meio de radiografia periapical e tomografia computadorizada**. 2011. 51f. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Odontologia, Belo Horizonte.

SHINTAKU, W.H. et al. Comparison between intraoral indirect and conventional fMRI-based imaging for the detection of dental root fractures: an ex vivo study. **Dental Traumatology**, v.29, p. 445-449, 2013.

SOARES, J. et al. Calcium hydroxide, induced apexification with apical root development: a clinical case report. **International Endodontic Journal**, v.41, p. 710-719, 2008.

SOARES, I.J.; GOLDEBERG, F. **Endodontia: princípios e fundamentos**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

TOSTA, M.; IMURA, N. Reparação de fratura radicular horizontal em incisivo central superior. **Revista da Associação Paulista dos Cirurgiões Dentistas**, v.54, n.5, p. 368-370, 2000.

WHAITES, E. **Princípios de radiologia odontológica**. 4. ed.. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

YEH, C.J. Fatigue root fracture: a spontaneous root fracture in non-endodontically treated teeth. **Brazilian Dental Journal**, v.182, p. 261-266, 1997.

ANEXO A – Folha de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas



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

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2010.

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

Para: Priscila Dias Peyneau
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Prezado (a) pesquisador (a),

O Projeto de Pesquisa CAAE – 0271.0.213.000-10 "*Deteção de trincas e fraturas radiculares por meio de radiografia digital e tomografia computadorizada*" foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas.

Atenciosamente,

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