

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

Chrystiani Souza Paiva Capelli

**IDENTIFICAÇÃO DE FRATURAS RADICULARES LONGITUDINAIS
EM DENTES COM PINOS METÁLICOS EM DIFERENTES
MÉTODOS POR IMAGEM TOMOGRÁFICA**

Belo Horizonte

2014

Chrystiani Souza Paiva Capelli

**IDENTIFICAÇÃO DE FRATURAS RADICULARES LONGITUDINAIS
EM DENTES COM PINOS METÁLICOS EM DIFERENTES
MÉTODOS POR IMAGEM TOMOGRÁFICA**

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

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi

Belo Horizonte

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C238i Capelli, Chrystiani Souza Paiva
Identificação de fraturas radiculares longitudinais em dentes com pinos metálicos em diferentes métodos por imagem tomográfica / Chrystiani Souza Paiva Capelli. Belo Horizonte, 2014.
44 f. : il.

Orientador: Eduardo Nunes

Coorientador: Flávio Ricardo Manzi

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

1. Fraturas de dentes. 2. Radiografia. 3. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 4. Tomografia computadorizada espiral. I. Nunes, Eduardo. II. Manzi, Flávio Ricardo. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

Chrystiani Souza Paiva Capelli

**IDENTIFICAÇÃO DE FRATURAS RADICULARES LONGITUDINAIS EM DENTES
COM PINOS METÁLICOS EM DIFERENTES MÉTODOS POR IMAGEM
TOMOGRÁFICA**

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. Breno Cherfrên Peixoto – UNILAVRAS
- 2- Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Eduardo Nunes – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 18 de dezembro de 2014

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 26 de janeiro de 2015

Prof. Dr. Eduardo Nunes
Orientador

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

**Dedico este trabalho ao meu marido e companheiro
de todas as horas, Paulo Capelli.
Não há palavras para expressar meu amor e
gratidão a você...**

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me concedeu sabedoria para discernir e paciência para continuar a caminhada. Teu Amor é tão sublime e fiel que me constrange. Somente a Tua graça me basta.

A meu pai que esteve comigo durante toda a jornada do mestrado. Acompanhou fielmente todas as etapas. Deus me permitiu ficar ao lado dele até o último suspiro. Sei que a partida rápida dele o impossibilitou de participar da etapa final deste sonho. Porém, ao lado de Deus, já ouço seus risos de felicidade por esta graça alcançada. Obrigada, pai, com você eu aprendi a viver um dia de cada vez...

A minha mãe, que como Maria, rezou em silêncio para a finalização deste projeto. Ela que muitas vezes colocou suas dores no bolso pra cuidar das minhas. Muito obrigado!

A minha irmã, Simone Paiva, pelas lágrimas e risos partilhados. Sua força e coragem são exemplos para mim.

A minha filha Giovana, como se não bastasse ser meu pedacinho de céu aqui na terra, ensina-me todos os dias, o que é o amor incondicional. Obrigada, minha filha, muito obrigado. E perdoe-me pelas ausências...

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Nunes pela paciência, dedicação a este trabalho. Agradeço por dividir comigo seus conhecimentos e pela convivência nestes últimos anos.

Ao Prof. Wellington Corrêa Jansen pela disponibilidade e apoio a esta pesquisa.

Aos meus colegas do curso de Mestrado, pela amizade.

Às funcionárias Maria Angélica e Sylvania que sempre me acolheram com um sorriso no rosto e no coração. Sentirei saudades!...

A todos meus professores do Programa de Mestrado em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais pela paciência, tolerância e compreensão. Só o amor justifica todo carinho que tiveram comigo neste período de muito sofrimento.

Ao Centro de Radiologia Odontológica de Lavras e Axial Centro de Imagens pela colaboração em realizar os exames radiográficos e tomográficos.

Aos professores e amigos Dr. Breno Cherfên e Dr. Flávio Manzi, que me ensinam todos os dias o cultivo da amizade leal e eterna.

À Tia Bernadete por me acolher no período de mestrado e numa época de muita dor e sofrimento. Com ela aprendi o que é o amor sublime, puro e humilde. Guardarei como lição de vida, seu servir e generosidade.

Ao coordenador do curso de Odontologia do Centro Universitário de Lavras, Douglas Campidelli, pela confiança e pelo carinho em me acolher nesta honrada instituição.

O amor é paciente, é bondoso; não é invejoso, não é presunçoso nem se incha de orgulho; não faz nada de vergonhoso, não é interesseiro, não se encoleriza, não leva em conta o mal sofrido; não se alegra com a injustiça, mas fica alegre com a verdade. Ele desculpa tudo, crê tudo, espera tudo, suporta tudo (Cor 13, 4-7).

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar a eficácia de diferentes métodos na identificação de fraturas radiculares longitudinais em dentes com pino metálico intracanal. Foram utilizados 3 métodos tomográficos: tomografia computadorizada cone beam com FOV reduzido, tomografia computadorizada cone beam FOV aumentado e tomografia computadorizada multislice 128 canais. Vinte e um dentes unirradiculados extraídos de humanos, após serem realizado tratamento endodôntico, tiveram parte da obturação removida e criados espaços para confecção de núcleo metálico fundido. Foram realizados exames tomográficos de todos os dentes da amostra numa primeira etapa, após o tratamento endodôntico e colocação de pino. Na segunda etapa, os dentes foram fraturados mecanicamente e novos exames foram realizados obedecendo aos mesmos critérios da primeira etapa. Dois radiologistas avaliaram todas as imagens e fizeram diagnósticos das mesmas. Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas, visando a determinação de valores relativos quanto à reprodutibilidade, acurácia, sensibilidade e especificidade para as modalidades de aquisição de imagens realizadas neste trabalho.

Palavras-chave: Fratura. Radiografia. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Tomografia computadorizada espiral.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the effectiveness of different methods in identification of longitudinal root fractures in teeth with metal bolt intra-canal. Were used three methods: cone beam computed tomography with reduced FOV (field of view), i-CAT cone beam computed tomography with increased FOV and multislice computed tomography 128 canals. In the first stage, were used twenty-one single-rooted teeth, extracted from humans, after have been realized endodontic therapy, they had part the filling removed and was created a space to making metal cores. We realized x-ray examinations and tomography's to all teeth the sample, after the endodontic treatment and placement of the pin. In the second stage, the teeth were mechanically fractured and new examinations were carried out following the same criterion used in the first stage. Two radiologists evaluated all the images and performed the diagnostic. The data were subjected to statistical analysis aiming to determine the relative value of the reproducibility, accuracy, sensibility and specificity of the imaging modalities used in this study.

Keywords: Fracture. Radiography. Cone-Beam computed tomography. Tomography spiral computed.

LISTA DE ABREVIATURAS

FOV – Field of view - Campo de visão;

TCCB – Tomografia Computadorizada Cone Beam;

TC – Tomografia Computadorizada;

DCT – Tomografia Computadorizada;

ROC – Receiver Operation Characteristic.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS.....	23
2.1 Objetivo geral	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Preparação da amostra.....	24
3.2 Aquisição das imagens.....	25
3.2.1 Tomografia computadorizada.....	25
3.2.2 Preparação da amostra (após a aquisição das imagens).....	27
3.3 Avaliação das imagens	27
4 ARTIGO	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

As fraturas radiculares verticais são um desafio para os cirurgiões- dentistas quanto à sua detecção e conduta a ser seguida. Diagnosticar precocemente as fraturas é essencial para o correto planejamento, o que irá ser de fundamental importância para o sucesso do tratamento. As fraturas verticais são caracterizadas por uma completa ou incompleta linha de fratura que segue longitudinalmente ao longo eixo do dente em direção apical. Frequentemente, estendem-se através das polpas e do periodonto (COHEN; HARGREAVES, 2007). Este tipo de lesão do órgão dentário compreende entre 0,5 a 7% dos traumatismos que afetam os dentes permanentes (ANDREASEN, 1981). Dentre alguns fatores etiológicos que podem causar as fraturas, pode-se citar: trauma físico, trauma oclusal, hábitos parafuncionais repetitivos de estresse mastigatórios, reabsorção patológica induzindo fratura radicular, além de iatrogenias como, por exemplo, a instalação de pinos metálicos ou a pressão para adaptá-los (MORA et al. 2007; KAMBUROGLU et al., 2010). Os dentes com fratura vertical apresentam longa história de dor durante a mastigação associada com infecção crônica. A dor normalmente é de moderada a intensa (MOULE; KAHLER, 1999). Além disso, pode-se observar bolsa periodontal adjacente à fratura, fístula, mobilidade dental, sensibilidade à percussão e palpação.

Na ocorrência de fraturas radiculares, o exame radiográfico deve ser minucioso, uma vez que o prognóstico do caso está intimamente ligado à visualização da linha de fratura. O método mais comum é a utilização de radiografias periapicais (MANSINI et al., 2010). Os dentes com fratura apresentam as seguintes características radiográficas: linha radiolúcida entre os fragmentos ou separação dos mesmos, aumento do espaço do ligamento periodontal e da perda óssea localizada. A sobreposição de imagem é uma das limitações da técnica radiográfica periapical, sendo recomendado realizar variações nos ângulos verticais e horizontais do cabeçote Para que a fratura seja identificada, o feixe de raios-x tem que passar paralelamente à linha de fratura (MORA et al., 2007; BERNARDES et al., 2009; HASSAN et al., 2009; KAMBUROGLU; CEBECI; GRONDAHL, 2009).

Recentemente, a tecnologia da tomografia computadorizada começou a ser utilizada rotineiramente na área odontológica, proporcionando melhor acuidade e qualidade nos exames devido a reconstruções em terceira dimensão da maxila e mandíbula, possibilitando maior segurança na realização do planejamento e

tratamento. Este exame também fornece informações mais detalhadas sobre os dentes e as estruturas adjacentes, proporcionando precisão na detecção de fraturas radiculares quando comparadas com radiografias periapicais convencionais ou digitais de acordo com estudos de Mora et al. (2007), Hassan et al. (2009), Wenzel et al. (2009), Kamburoglu et al. (2010).

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar comparativamente a eficácia de tomografia computadorizada cone beam com FOV reduzido, tomografia computadorizada i-Cat com FOV aumentado e tomografia computadorizada multislice 128 canais, em detectar fraturas longitudinais em dentes extraídos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho foi avaliar comparativamente diferentes métodos tomográficos na detecção de fraturas radiculares em dentes com núcleos metálicos fundidos.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar a eficácia na detecção de fraturas radiculares em dentes com núcleos metálicos fundidos, utilizando tomografia computadorizada por feixe cônico com FOV reduzido (Cone Beam 9000) e feixe cônico com FOV aumentado (Cone Beam i-Cat);
- b) avaliar a eficácia na detecção de fraturas radiculares em dentes com núcleos metálicos fundidos, utilizando tomografia computadorizada multislice.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Preparação da amostra

Após análise e aprovação do Comitê de Ética da PUC Minas, foram selecionados de 21 dentes extraídos humanos, sendo eles: primeiros pré-molares inferiores unirradiculados que apresentavam um único canal, com rizogênese completa, sem fratura, sem reabsorção radicular, sem anomalia ou lesão periapical. Estes dentes foram doados pelo banco de dentes da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Os dentes tiveram as suas coroas removidas de modo que todas as raízes ficassem com um comprimento padronizado de 13 mm mensurados da borda cervical ao ápice radicular. Para a remoção das coroas dentárias foi utilizado um micromotor elétrico para acionar um disco de *carborundum* montado em mandril e peça reta de mão. Após o descarte das coroas, as raízes foram armazenadas em água destilada e hipoclorito de sódio a 5,25% (Lenza Farmacêutica, Belo Horizonte, Brasil) na proporção de 10:1 até o momento da execução do preparo do SCR.

Uma lima tipo K # 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss) foi introduzida no interior do canal até sua visualização na abertura do forame apical. O comprimento de trabalho (CT) foi obtido subtraindo-se 1 mm desta medida. Os procedimentos de limpeza e formatação foram executados por instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio, sistema *ProTaper* (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss), associada à instrumentação manual com limas tipo K e brocas Gates Glidden (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss). O preparo químico-mecânico foi finalizado com o instrumento *ProTaper* F4. Durante toda a instrumentação, foi realizada irrigação abundante com 2 ml de solução de hipoclorito de Sódio a 5.25% a cada troca de instrumentos utilizando-se seringa descartável de 5ml (Injex, Ourinhos, Brasil) e cânula gauge 25 (Injex, Ourinhos, Brasil). Após a instrumentação ter sido concluída, o canal teve uma irrigação com 3ml de EDTA a 17% por 3 minutos (Lenza Farmacêutica, Belo Horizonte, Brasil). Nova irrigação com 2 ml de hipoclorito de sódio a 5,25% foi feita para que se desse início aos procedimentos de secagem do canal com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss).

A obturação foi executada pela técnica da condensação vertical com guta-percha termoplastificada. Um cone acessório *F4* (Dentsply Maillefer, Ballaigues,

Swiss), foi adaptado no CT sendo sua adaptação conferida pelo exame radiográfico. Foi utilizado o cimento obturador *Pulp Canal Sealer EWT* (Kerr Sybron Endo, Glendora, USA). Durante a obturação, o espaço para retentor intrarradicular foi obtido simultaneamente pela remoção gradual da guta-percha no sentido apical, realizada com a ponta condutora de calor Fine Medium acoplada ao aparelho *System B* (Analytic Technology, Redmond, Washington, USA), deixando um remanescente de 4,0 mm de obturação, sendo a compactação vertical executada com condensadores tipo *Schilder* (Odous, Belo Horizonte, Brasil) n^{os} 4, 3, 2 em ordem decrescente. Em seguida, novo exame radiográfico foi realizado, para avaliar a qualidade da obturação.

Para a confecção de núcleo metálico foi utilizada a técnica direta, onde a resina acrílica Duralay (Polidental, Cotia, São Paulo, Brasil) fez uma cópia negativa do conduto radicular, e em seguida foi envidada ao laboratório protético para a fundição. Os núcleos foram posicionados em cada um dos dentes e fixados com cera utilidade para que não houvesse movimentação dos mesmos. Os dentes foram colocados no alvéolo vazio de uma mandíbula humana seca, e cada um deles foi fixado em um bloco de resina acrílica para permanecerem na mesma posição durante a aquisição das imagens e para permitir o reposicionamento.

3.2 Aquisição das imagens

3.2.1 Tomografia computadorizada

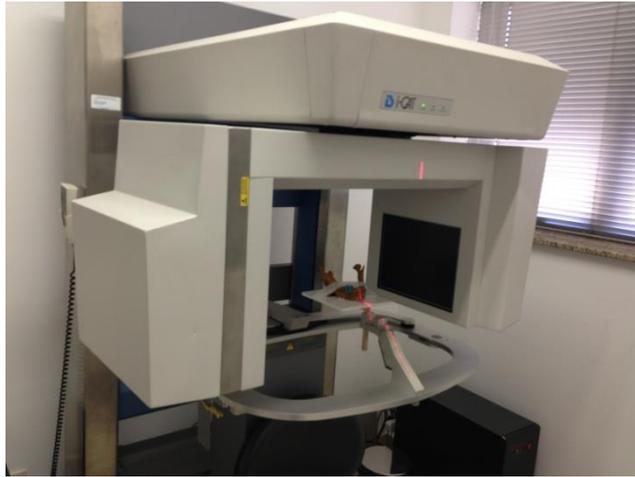
A amostra foi escaneada através dos aparelhos I-CAT Classic (120 kVp, 5 Ma; Imaging Sciences, Hatfield, PA) (Fig. 1), Kodak 9000 3D (Kodak Eastman Company, USA) (Fig. 2) e Somatom Definition AS 128 (Multislice CT, 120 kVp, 150 mAS, colimação de 64 x 0,6, Siemens AG, Forch hein, Germany) (Fig. 3).

Na tomografia cone beam, Kodak 9000 3D, foi escaneada com 4x5cm de colimação (FOV), aquisição de imagem 76 µm, sendo utilizado um espaçamento entre os cortes de 200µm e 300µm. Para a TCCB, I-Cat foi escaneado com utilizado com colimação utilizando um FOV de 6 cm, com 0,25mm de voxel e 1 mm de espessura de corte.

Na TC Multislice, a direção do escaneamento foi crânio-caudal, começando da base da mandíbula e estendendo até a crista alveolar. A espessura do corte na

imagem foi ajustada para 1mm com intervalo também de 1 mm. Após a aquisição das imagens axiais, as mesmas foram processadas através do programa de reformatação Tomografia Computadorizada Dental (DCT). As reconstruções multiplanares foram baseadas no protocolo do DCT e as panorâmicas pelo software dentas (Syngo Dental CT 2006 A-W VB20B-W) na workstation. Os cortes foram reformatados para colocar o dente na posição vertical.

Figura 1: I-Cat Classic



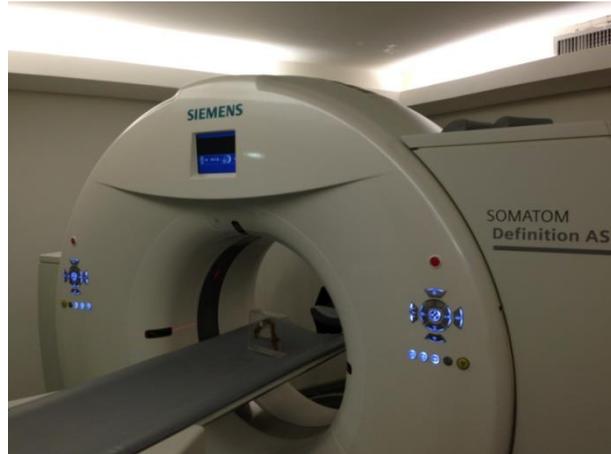
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 2: Kodak 9000 3D



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 3: Somatom Definition AS 128



Fonte: Elaborado pela autora

3.2.2 Preparação da amostra (após a aquisição das imagens)

As fraturas radiculares foram induzidas por força mecânicas no plano vertical descritas por Nair et al. (2001), sendo que alguns traços de fratura se fizeram no sentido vertical e outros no sentido horizontal, de acordo com a força incidida no dente. Ambos os fragmentos foram montados e colados sem deslocamento, quando necessário. O pino metálico intracanal foi reposicionado no conduto radicular e fixado com cera utilidade, e os dentes foram submetidos a uma nova etapa de radiografias e tomografias.

3.3 Avaliação das imagens

Dois especialistas em radiologia odontológica, com experiência em tomografia computadorizada e imagem digital, analisaram separadamente todas as radiografias e tomografias de maneira independente. As radiografias intraorais convencionais foram observadas em um negatoscópio, as imagens digitais CCD e PSP foram analisadas em um computador Dell PWS 670 (Dell Inc., Round Rock, TX, USA), processador Intel Core i5-2500K (6M cache, 3.30 GHz) e monitor Dell (22 polegadas), com e sem uso de ferramentas de software (brilho, contraste, zoom, negativo e colorização). Os dados volumétricos obtidos da TCCB e TC multislice foram exportados como DICOM. As imagens transversais, coronais e perpendiculares às linhas de fratura foram reconstruídas a partir dos dados

exportados. Os observadores tiveram liberdade de usar as opções de ferramentas de imagem disponíveis (densidade, contraste, ampliação) em um monitor de 22 polegadas em tela plana.

A fratura foi diagnosticada através da visualização da linha radiolúcida atravessando a raiz. As imagens foram classificadas de acordo com uma escala visual descrita abaixo:

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

Para avaliar a concordância intra e inter-observadores, o coeficiente Kappa foi utilizado para calcular o conjunto de imagens. A classificação obtida com as imagens convencionais, digitais e tomografias computadorizadas foram comparadas com o padrão-ouro usando a curva ROC (receiver operation characteristic) através da análise para avaliar a capacidade do observador em diferenciar entre os dentes com ou sem fratura.

As áreas da curva ROC (VALORES Az) foram calculadas utilizando o software BioEstat 5.0 (Belém, Brasil) para cada tipo de imagem. Estas áreas foram comparadas com teste Q de Cochran com nível de significância de $p=0,05$. Verdadeiro negativo (correta identificação de raízes não fraturada), 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 foram calculados.

Todas as imagens de radiografias convencionais, digitais, TCCB e TC multislice, com ou sem manipulação de imagem, foram comparadas.

4 ARTIGO

Identificação de fraturas radiculares em dentes com pinos metálicos em diferentes métodos por imagem tomográfica

Artigo a ser submetido à Revista Odontológica do Brasil Central (Qualis B4), cujas normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <http://www.robrac.org.br/seer/index.php/ROBRAC/about/submissions>.

Identificação de fraturas radiculares em dentes com pinos metálicos em diferentes métodos por imagem tomográfica

Identification of root fracture in teeth with metal pins in different methods for image tomographic

Chrystiani Souza P. CAPELLI¹, Eduardo NUNES², Flávio R. MANZI², Wellington C. JANSEN²

¹Aluna do Programa de Pós-graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

²Professor do Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

Correspondência ao autor:

Flávio Ricardo Manzi. **Endereço:** Av. Dom José Gaspar, 500 / Prédio 46 - Coração Eucarístico - Belo Horizonte/MG - Brazil CEP. 30535-901. **Telefone:.**(31) 3319-4414 - email: manzi@pucminas.br

RESUMO

Objetivos: O objetivo deste trabalho foi comparar a eficácia de diferentes métodos na identificação de fraturas radiculares longitudinais em dentes com pino metálico intracanal. Foram utilizados 3 métodos: tomografia computadorizada cone beam com FOV reduzido, tomografia computadorizada cone beam i-Cat e tomografia computadorizada multislice 128 canais. **Metodologia:** Vinte e um dentes unirradiculados extraídos de humanos, após serem realizado tratamento endodôntico, tiveram parte da obturação removida e criados espaços para confecção de núcleo metálico fundido. Foram realizados exames tomográficos de todos os dentes da amostra numa primeira etapa, após o tratamento endodôntico e colocação de pino. Na segunda etapa, os dentes foram fraturados mecanicamente e novos exames foram realizados obedecendo aos mesmos critérios da primeira etapa. Dois radiologistas avaliaram todas as imagens e fizeram diagnósticos das mesmas. Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas, visando a determinação de valores relativos quanto à reprodutibilidade, acurácia, sensibilidade e especificidade para as modalidades de aquisição de imagens realizadas neste trabalho. **Resultados:** Foi verificado que as imagens tomográficas obtidas pelos aparelhos Cone Beam I-Cat e multislice 128 apresentaram-se diferença estatisticamente significativa com o real ($p < 0,05$). Este resultado demonstrou que estes sistemas de imagens tomográficas fornecem informações insuficientes para o diagnóstico de fraturas longitudinais com núcleo metálico, enquanto que as imagens tomográficas obtidas pelos aparelhos Cone Beam Kodak 9000 3D não apresentaram diferença estatisticamente significativa com o real ($p > 0,05$). **Conclusão:** Baseado em nossa metodologia e resultados é lícito concluir que o equipamento Kodak 9000 3D apresentou maior acurácia no diagnóstico das fraturas radiculares pela redução do FOV e menor espessura de corte levando a redução do efeito hard beam (artefatos metálicos) indesejáveis ao exame.

PALAVRAS-CHAVE: Fratura; Radiografia; Tomografia computadorizada de feixe cônico; Tomografia computadorizada espiral.

INTRODUÇÃO

As fraturas radiculares verticais são um desafio para os cirurgiões- dentistas quanto à sua detecção e conduta a ser seguida. Diagnosticar precocemente as fraturas é essencial para o correto planejamento, o que irá ser de fundamental importância para o sucesso do tratamento. As fraturas verticais são caracterizadas por uma completa ou incompleta linha de fratura que segue longitudinalmente ao longo eixo do dente em direção apical. Frequentemente, estendem-se através da polpa e do periodonto.¹ Este tipo de lesão do órgão dentário compreende entre 0,5 a 7% dos traumatismos que afetam os dentes permanentes.² Dentre alguns fatores etiológicos que podem causar as fraturas, pode-se citar: trauma físico, trauma oclusal, hábitos parafuncionais repetitivos de estresse mastigatórios, reabsorção patológica induzindo fratura radicular, além de iatrogenias como, por exemplo, a instalação de pinos metálicos ou a pressão para adaptá-los.^{3,4} Os dentes com fratura vertical apresentam longa história de dor durante a mastigação associada com infecção crônica. A dor normalmente é de moderada a intensa.⁵ Além disso, pode-se observar bolsa periodontal adjacente à fratura, fístula, mobilidade dental, sensibilidade à percussão e palpação.

Na ocorrência de fraturas radiculares, o exame radiográfico deve ser minucioso, uma vez que o prognóstico do caso está intimamente ligado à visualização da linha de fratura. O método mais comum é a utilização de radiografias periapicais.⁶ Os dentes com fratura apresentam as seguintes características radiográficas: linha radiolúcida entre os fragmentos ou separação dos mesmos, aumento do espaço do ligamento periodontal e da perda óssea localizada. A sobreposição de imagem é uma das limitações da técnica radiográfica periapical, sendo recomendado realizar variações nos ângulos verticais e horizontais do cabeçote. Para que a fratura seja identificada, o feixe de raios- x tem que passar paralelamente à linha de fratura.^{3,7-9}

Recentemente, a tecnologia da tomografia computadorizada começou a ser utilizada rotineiramente na área odontológica, proporcionando melhor acuidade e qualidade nos exames devido a reconstruções em terceira dimensão da maxila e mandíbula, possibilitando maior segurança na realização do planejamento e tratamento. Este exame também fornece informações mais detalhadas sobre os dentes e as estruturas adjacentes, proporcionando precisão na detecção de fraturas radiculares quando comparadas com radiografias periapicais convencionais ou digitais.^{3,4,8,10}

Essa pesquisa teve como objetivo avaliar comparativamente a eficácia de radiografias periapicais convencionais, radiografias periapicais digitais com variação da angulação horizontal do feixe de raios-x, tomografia computadorizada cone beam com FOV reduzido e

tomografia computadorizada multislice 128 canais, em detectar fraturas verticais em dentes extraídos.

MATERIAL E MÉTODO

Após análise e aprovação do Comitê de Ética da PUC Minas (CAAE: 08700712.2.0000.5137, Número do parecer: 233.619), foram selecionados de 21 dentes extraídos de humanos: primeiros pré-molares inferiores unirradiculados que apresentavam um único canal, com rizogênese completa, sem fratura, sem reabsorção radicular, sem anomalia ou lesão periapical.

Os dentes tiveram as suas coroas removidas de modo que todas as raízes ficassem com um comprimento padronizado de 13 mm mensurados da borda cervical ao ápice radicular. Para a remoção das coroas dentárias foi utilizado um micromotor elétrico para acionar um disco de *carborundum* montado em mandril e peça reta de mão. Após o descarte das coroas, as raízes foram armazenadas em água destilada e hipoclorito de sódio a 5,25% (Lenza Farmacêutica, Belo Horizonte, Brasil) na proporção de 10:1 até o momento da execução do preparo do SCR.

Uma lima tipo K # 15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss) foi introduzida no interior do canal até sua visualização na abertura do forame apical. O comprimento de trabalho (CT) foi obtido subtraindo-se 1 mm desta medida. Os procedimentos de limpeza e formatação foram executados por instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio, sistema *ProTaper* (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss), associada à instrumentação manual com limas tipo K e brocas Gates Glidden (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss). O preparo químico-mecânico foi finalizado com o instrumento *ProTaper* F4. Durante toda a instrumentação, foi realizada irrigação abundante com 2ml de solução de hipoclorito de Sódio a 5.25% a cada troca de instrumentos utilizando-se seringa descartável de 5ml (Injex, Ourinhos, Brasil) e cânula gauge 25 (Injex, Ourinhos, Brasil). Após a instrumentação ter sido concluída, o canal teve uma irrigação com 3ml de EDTA a 17% por 3 minutos (Lenza Farmacêutica, Belo Horizonte, Brasil). Nova irrigação com 2 ml de hipoclorito de sódio a 5,25% foi feita para que se desse início aos procedimentos de secagem do canal com pontas de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss).

A obturação foi executada pela técnica da condensação vertical com guta-percha termoplastificada. Um cone acessório *F4* (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Swiss), foi adaptado no CT sendo sua adaptação conferida pelo exame radiográfico. Foi utilizado o

cimento obturador *Pulp Canal Sealer EWT* (Kerr Sybron Endo, Glendora, USA). Durante a obturação, o espaço para retentor intrarradicular foi obtido simultaneamente pela remoção gradual da guta-percha no sentido apical, realizada com a ponta condutora de calor Fine Medium acoplada ao aparelho *System B* (Analytic Technology, Redmond, Washington, USA), deixando um remanescente de 4,0 mm de obturação, sendo a compactação vertical executada com condensadores tipo *Schilder* (Odous, Belo Horizonte, Brasil) n^{os} 4, 3, 2 em ordem decrescente. Em seguida, novo exame radiográfico foi realizado, para avaliar a qualidade da obturação.

Para a confecção de núcleo metálico foi utilizada a técnica direta, onde a resina acrílica Duralay (Polidental, Cotia, São Paulo, Brasil) fez uma cópia negativa do conduto radicular, e em seguida foi enviada ao laboratório protético para a fundição. Os núcleos foram posicionados em cada um dos dentes e fixados com cera utilidade para que não houvesse movimentação dos mesmos. Os dentes foram colocados no alvéolo vazio de uma mandíbula humana seca, e cada um deles foi fixado em um bloco de resina acrílica para permanecerem na mesma posição durante a aquisição das imagens e para permitir o reposicionamento.

Aquisição das imagens

Tomografia computadorizada

A amostra foi escaneada através dos aparelhos I-Cat Classic (120 kVp, 5 Ma; Imaging Sciences, Hatfield, PA) (Fig. 1), Kodak 9000 3D (Kodak Eastman Company, USA) (Fig. 2) e Somatom Definition AS 128 (Multislice CT, 120 kVp, 150 mAS, colimação de 64 x 0,6, Siemens AG, Forch hein, Germany) (Fig. 3).

Na tomografia cone beam, Kodak 9000 3D, foi escaneada com 4x5cm de colimação (FOV), aquisição de imagem 76 µm, sendo utilizado um espaçamento entre os cortes de 200µm e 300µm.

Para a TCCB, I-Cat foi escaneado com utilizado com colimação utilizando um FOV de 6 cm, com 0,25mm de voxel e 1 mm de espessura de corte.

Na TC Multislice, a direção do escaneamento foi crânio-caudal, começando da base da mandíbula e estendendo até a crista alveolar. A espessura do corte na imagem foi ajustada para 1mm com intervalo também de 1mm. Após a aquisição das imagens axiais, as mesmas foram processadas através do programa de reformatação Tomografia Computadorizada Dental (DCT). As reconstruções multiplanares foram baseadas no protocolo do DCT e as

panorâmicas pelo software dentas (Syngo Dental CT 2006 A-W VB20B-W) na workstation. Os cortes foram reformatados para colocar o dente na posição vertical.

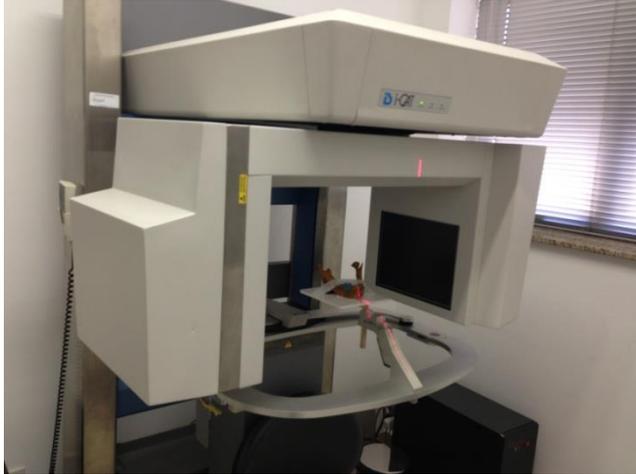


Figura 1: I-Cat Classic



Figura 2: Kodak 9000 3D

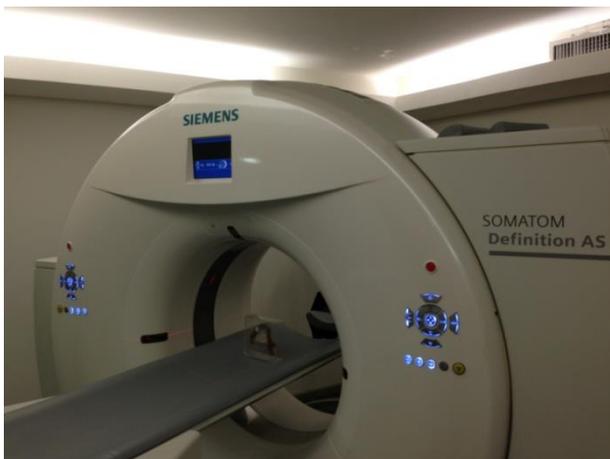


Figura 3: Somatom Definition AS 128

Preparação da amostra (após a aquisição das imagens)

As fraturas radiculares foram induzidas por força mecânica no plano vertical,¹¹ sendo que alguns traços de fratura se fizeram no sentido vertical e outros no sentido horizontal, de acordo com a força incidida no dente. Ambos os fragmentos foram montados e colados sem deslocamento, quando necessário. O pino metálico intracanal foi reposicionado no conduto radicular e fixado com cera utilidade, e os dentes foram submetidos a uma nova etapa de radiografias e tomografias.

Avaliação das imagens

Dois especialistas em radiologia odontológica, com experiência em tomografia computadorizada e imagem digital, analisaram separadamente todas as radiografias e tomografias de maneira independente. As radiografias intraorais convencionais foram observadas em um negatoscópio, as imagens digitais CCD e PSP foram analisadas em um computador Dell PWS 670 (Dell Inc., Round Rock, TX, USA), processador Intel Core i5-2500K (6M cache, 3.30 GHz) e monitor Dell (22 polegadas), com e sem uso de ferramentas de software (brilho, contraste, zoom, negativo e colorização). Os dados volumétricos obtidos da TCCB e TC multislice foram exportados como DICOM. As imagens transversais, coronais e perpendiculares às linhas de fratura foram reconstruídas a partir dos dados exportados. Os observadores tiveram liberdade de usar as opções de ferramentas de imagem disponíveis (densidade, contraste, ampliação) em um monitor de 22 polegadas em tela plana.

A fratura foi diagnosticada através da visualização da linha radiolúcida atravessando a raiz. As imagens foram classificadas de acordo com uma escala visual descrita abaixo:

- A1 - Certamente não apresenta fratura radicular;
- A2 - Provavelmente não apresenta fratura radicular;
- A - Não há como afirmar presença de fratura;
- B1 - Certamente apresenta fratura radicular;
- B2 - Provavelmente apresenta fratura radicular.

Para avaliar a concordância intra e inter-observadores, o coeficiente Kappa foi utilizado para calcular o conjunto de imagens. A classificação obtida com as imagens convencionais, digitais e tomografias computadorizadas foram comparadas com o padrão-ouro usando a curva ROC (receiver operation characteristic) através da análise para avaliar a capacidade do observador em diferenciar entre os dentes com ou sem fratura.

As áreas da curva ROC (VALORES Az) foram calculadas utilizando o software BioEstat 5.0 (Belém, Brasil) para casa tipo de imagem. Estas áreas foram comparadas com teste Q de Cochran com nível de significância de $p=0,05$. Verdadeiro negativo (correta identificação de raízes não fraturada), 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 foram calculados.

Todas as imagens de radiografias convencionais, digitais, TCCB e TC multislice, com ou sem manipulação de imagem, foram comparadas.

RESULTADOS

O indicador Kappa informa a proporção de concordâncias, além da esperada pelo acaso, e varia de -1 a +1. Menos 1 significa completo desacordo e mais 1, exato acordo nas interpretações. Zero indica o mesmo que leituras feitas ao acaso. Em síntese, as escalas do índice Kappa estimam que os valores abaixo de 0,41 indicam concordância fraca. Entre 0,41 e 0,60, a concordância é regular, e, entre 0,61 e 0,80, é boa. Acima de 0,81, a concordância é ótima. Este teste permite verificar a concordância entre os métodos de imagens estudadas (radiografias convencionais, digitais e tomografias computadorizadas) e do padrão ouro. O nível de significância foi fixa em $p=0,05$. Os dados foram analisados utilizando SPSS software (v 17.0.0; SPSS Inc., Chicago, IL).

O objetivo das comparações inter-examinadores, apresentadas na Tabela 1, é avaliar o grau de concordância entre os examinadores nas duas fases de interpretação, para cada modalidade de aquisição de imagens tomográficas. Pode-se notar que os métodos tomográficos Cone Beam i-Cat e Multislice 128 obtiveram concordância boa entre os examinadores, enquanto o método tomográfico Cone Beam Kodak 9000 3D obteve concordância ótima.

Imagens	1e2*	1e2**
Multislice	0,77	0,78
Cone Beam I-Cat	0,79	0,79
Cone Beam Kodak	0,83	0,81

Tabela 1 - Medidas de concordância inter-examinador, pelo índice Kappa ponderado, nas duas fases da interpretação das imagens.

* Primeira avaliação ** Segunda Avaliação

Com base nas comparações dos índices Kappa, avaliou-se o grau de concordância de um mesmo examinador que fez a interpretação da mesma amostra de imagens, em duas ocasiões distintas. Pode-se verificar que os índices de concordância ótima foram obtidos na análise de todos os avaliadores em todos os tomógrafos (Tabela 2).

Imagens	Avaliador 1	Avaliador 2
Multislice	0,81	0,83
Cone Beam I-Cat	0,83	0,84
Cone Beam Kodak	0,87	0,86

Tabela 2 - Medidas de concordância intra-examinador, pelo índice Kappa ponderado, nas duas fases da interpretação das imagens.

As imagens tomográficas cone beam (FOV maior e menor) e tomografia computadorizada multislice foram comparadas. A figura 4 apresentam as curvas ROC para os conjuntos de imagens produzidas a partir desta pesquisa. Nos gráficos ROC, as curvas são diferenciadas pelas áreas.

No gráfico ROC, o eixo das ordenadas representa a sensibilidade e o eixo das abscissas, o inverso da especificidade. O cálculo do balanço entre os índices de verdadeiro-positivos e falso-positivos é obtido pela determinação da área sob a curva ROC, que representa uma expressão do poder discriminativo global que um teste de diagnóstico possui e constitui uma boa medida sumária de exatidão.^{12,13} O valor mínimo da área sob a curva ROC é de 0,50, sendo a representação gráfica de uma reta em 45°. Isso acontece se as capacidades de previsão da modalidade não forem superiores ao puro acaso, ou seja, quando o método não possui qualquer capacidade discriminativa. Então, o índice de verdadeiro-positivos é igual ao índice de falso-positivos. O valor máximo é igual a 1 nas situações em que se obtêm 100% de verdadeiro-positivos e 0% de falso-positivos. A melhor performance é indicada por uma curva que é mais elevada e voltada para a esquerda, no espaço ROC.¹²

Pode-se verificar, nitidamente, que ao comparar as imagens tomográficas, que as tomografias obtidas pelo aparelho Cone Beam Kodak 9000 3D apresenta maior área do gráfico (o vértice do gráfico apresenta-se mais afastada da reta 45°). Entretanto, as tomografias obtidas pelos aparelhos Cone Beam I-Cat e multislice 128 apresentaram áreas menores (Figura 4), sendo estas áreas bastante semelhantes entre si.

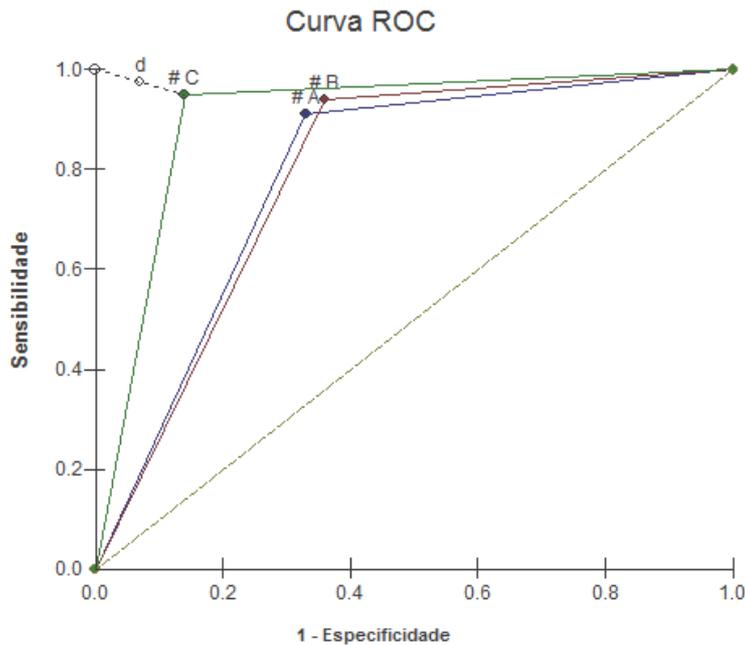


Figura 4: Curvas ROC para as imagens obtidas pela análise das Tomografias Multislice 128 (A), Cone Beam I-Cat (B) e Cone-Beam Kodak 9000 3D (C).

A tabela 3 ilustra as análises comparativas entre as modalidades de imagem. Pode-se verificar que as imagens tomográficas obtidas pelos aparelhos Cone Beam I-Cat e multislice 128 apresentaram-se diferença estatisticamente significativa com o real ($p < 0,05$). Este resultado demonstra que estes sistemas de imagens tomográficas fornecem informações insuficientes para o diagnóstico de fraturas longitudinais com núcleo metálico, enquanto que as imagens tomográficas obtidas pelos aparelhos Cone Beam Kodak 9000 3D não apresentaram diferença estatisticamente significativa com o real ($p > 0,05$).

Imagens	Área	Desvio Padrão	Intervalo de confiança de 95%
Multislice	0,79*	0,06	0.7214 a 0.8586
Cone Beam I-Cat	0,79*	0,05	0.7229a 0.8549
Cone Beam Kodak	0,90	0,04	0.8578 a 0.9522

TABELA 3 - Avaliação comparativa entre as avaliações das imagens, sob as áreas obtidas pelas curvas ROC.

Área seguida de (*) apresenta diferença estatística com o real (Q de Cochran com nível de significância de 5%).

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 em raízes com núcleo metálico para os diversos métodos por imagem testados (Tabela 4). Note que os melhores resultados ocorrem

nas tomografias obtidas pelos aparelhos Cone Beam Kodak 9000 3D (FOV menor).

	Multi Slice 128	Cone beam I Cat	Cone beam Kodak 9000 3d
Sensibilidade	91	94	95
Especificidade	67	64	86
Preditivo Positivo	74	72	88
Preditivo Negativo	89	74	91
Acurácia	80	79	95

TABELA 4 - Medidas de desempenho, para as modalidades de imagem tomográfica.

Dados em porcentagem (%).

DISCUSSÃO

O diagnóstico radiográfico e clínico de fraturas e trincas radiculares em dentes tratados endodonticamente é árduo, como tratamento de escolha a extração dentária é realizada na maioria dos casos. Segundo estudos de alguns autores,^{14,15} a anatomia dos pré-molares (estreitamento mesio-distal dos condutos radiculares e raízes curvas) colabora para ocorrência das fraturas. Sendo de suma importância a atenção do clínico quanto ao diâmetro e comprimento dos instrumentos endodônticos a serem usados, evitando o enfraquecimento das paredes dos dentes.

O trabalho do autor¹⁶ relata que 75% das fraturas radiculares foram encontradas na maxila, sendo 62% em pré-molares. Sendo que, 40% das fraturas ocorreram neste mesmo grupo de dentes, segundo estudo do autor.¹⁴ Baseando-se nessas constatações, optou-se pela escolha desses dentes para esta pesquisa.

A sensibilidade dos exames tomográficos é maior do que as radiografias periapicais na detecção de fraturas, segundo o autor⁸ A natureza tridimensional da tomografia por feixe cônico permite visualizar a linha de fratura em múltiplos ângulos e orientações diferentes em reconstruções de espessura fina. Já a especificidade é reduzida, pois cones de guta percha e outros materiais hiperdensos podem criar artefatos em forma de raios de sol imitando as linhas de fratura limitando o diagnóstico.⁸

De acordo com alguns autores,¹⁷ através de dois casos clínicos, mostraram a importância do uso de exames por imagem como tomografia computadorizada para o diagnóstico de fratura radicular longitudinal. A tomografia computadorizada, por meio de reconstruções em terceira dimensão e análise nos planos axial, sagital e coronal, veio transformar o diagnóstico por imagem. Além da alta resolução, baixa dose de radiação, rápida aquisição, ela fornece acurácia e precisão na detecção de fraturas. Os autores concluíram que

um diagnóstico preciso e confiável de fraturas radiculares requer o uso de exames mais sofisticados como a tomografia computadorizada para um melhor diagnóstico e prognóstico para o paciente.

Considerando as especificações técnicas de cada equipamento analisado, sabe-se o aparelho Kodak 9000 3D é o que apresenta menor FOV com reduzida espessura de corte, permitindo a obtenção de imagens com reduzida presença de efeito hard beam (artefatos metálicos) indesejáveis, aumentando, portanto a sensibilidade e especificidade do Kodak 9000 3D quando comparado com os tomógrafos i-Cat e Multislice 128 canais. Essa condição reduz a possibilidade de falsos positivos na avaliação de fraturas radiculares longitudinais em dentes tratados endodonticamente com núcleos metálicos fundidos.

CONCLUSÃO

A análise comparativa de 3 métodos de diagnósticos de fraturas radiculares longitudinais em dentes tratados endodonticamente com pinos metálicos através de tomografias computadorizadas com Fovs diferentes indicam que quanto menor o FOV utilizado maior a sensibilidade para a detecção de fraturas radiculares.

Baseado em nossa metodologia e resultados é lícito concluir que o equipamento Kodak 9000 3D apresentou maior acurácia no diagnóstico das fraturas radiculares pela redução do FOV e menor espessura de corte levando a redução do efeito hard beam (artefatos metálicos) indesejáveis ao exame.

REFERÊNCIAS

1. Cohen S, Hargreaves K. Caminhos da polpa. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
2. Andreasen JO. Traumatic injuries of teeth. 2nd ed. WB Saunders: Philadelphia, 1981.
3. 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 Endodontol 2007 June; 103(6): 825-9.
4. Kamburoğlu K, Murat S, Yüksel SP, Cebeci AR, Horasan S. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endodontol 2010 Feb; 109(2): 74-81.
5. Moule A, Kahler B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. Austral Dent J 1999 June; 44(2): 75-87.

6. Mansini R, Akabane CE, Fukunaga D, Baratella T, Turbino ML, Camargo SCC. Utilização da tomografia computadorizada no diagnóstico de fraturas radiculares verticais. *Rev Gaúcha Odontol* 2010 abr/jun; 58(2): 185-90.
7. Bernardes RA, Moraes IG, Duarte MAH, Azevedo BC, 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.
8. Hassan B, Mtska 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.
9. Kamburoglu K, Cebeci AR, Grondahl HG. Effectiveness of limits cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. *Dent Traumatol* 2009 June; 25(3): 256-61.
10. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang LL. Variable resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photo stimulable phosphor radiography in detection of transverse root fracture in an in vitro model. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endodontol* 2009 Dec; 108(6): 939-45.
11. Nair MK, Nair UDP, Gröndahl HG, Webber RL, Wallace JA. Detection of artificially induced vertical radicular fractures using Tuned Aperture Computed Tomography. *Eur J Oral Sci* 2001 Dec; 109(6): 375-9.
12. Hanley JA, McNeil BJ. The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiol* 1982 Apr; 143(1): 29-36.
13. Wenzel A, Verdonschot EH. Some considerations in the evaluation of diagnostic tests in dentistry. *Dentomaxillofac Radiol* 1994 Nov; 23(4): 179-82.
14. Tamse A, Fuss Z, Lustig J, Kaplavi J. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth. *J Endod* 1999; 25: 506-508.
15. Cohen S, Blanco L, Berman L. Vertical root fractures: clinical and radiographic diagnosis. *J Am Dent Assoc* 2003; 134(4): 434-441.
16. Rud J, Omnell K. Root fractures due to corrosion. Diagnostic aspects. *J Eur Sci* 1970; 78(1-4): 397-403.
17. Peyneau PD, Valério CS, Sousa ACPR, Lorenzoni DD, Manzi FR. Detection of longitudinal fracture through cone beam computed tomography; report of two clinical case. *Rev Odontol Bras Central* 2011; 20: 172-51.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise comparativa de 3 métodos de diagnósticos de fraturas radiculares longitudinais em dentes tratados endodonticamente com pinos metálicos através de tomografias computadorizadas com Fovs diferentes indicam que quanto menor o FOV utilizado maior a sensibilidade para a detecção de fraturas radiculares.

Baseado em nossa metodologia e resultados é lícito concluir que o equipamento Kodak 9000 3D apresentou maior acurácia no diagnóstico das fraturas radiculares pela redução do FOV e menor espessura de corte levando a redução do efeito hard beam (artefatos metálicos) indesejáveis ao exame.

REFERÊNCIAS

- ANDREASEN, J.O. **Traumatic injuries of teeth**. 2nd. ed. WB Saunders: Philadelphia, 1981.
- 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 and Endodontology**, v.108, n.2, p. 270-277, Aug. 2009.
- COHEN, S.; HARGREAVES, K. *Caminhos da polpa*. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- 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, May 2009.
- KAMBUROGLU, K. et al. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v.109, n.2, p. 74-81, Feb. 2010.
- KAMBUROGLU, K.; CEBECL, A.R.; GRONDAHL, H.G. Effectiveness of limits cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. **Dental Traumatology**, v.25, n.3, p. 256-261, June 2009.
- MANSINI, R. et al. Utilização da tomografia computadorizada no diagnóstico de fraturas radiculares verticais. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v.58, n.2, p.185-190, abr./jun. 2010.
- 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 and Endodontology**, v.103, n.6, p. 825-829, June 2007.
- MOULE, A.; KAHLER, B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. **Australian Dental Journal**, v.44, n.2, p.75-87, June 1999.
- NAIR, M. et al. Detection of artificially induced vertical radicular fractures using Tuned Aperture Computed Tomography. **European Journal of Oral Sciences**, v.109, n.6, p. 375-379, Dec. 2001.
- WENZEL A. et al. Variable resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fracture in an in vitro model. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v.108, n.6, p. 939-945, Dec. 2009.