

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATOLICA DO PARANÁ
ESCOLA DE SAÚDE E BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

CAROLINE WICHNIESKI

**MENSURAÇÃO DE REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS
SIMULADAS POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE
FEIXE CÔNICO**

CURITIBA

2013

CAROLINE WICHNIESKI

**MENSURAÇÃO DE REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS
SIMULADAS POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE
FEIXE CÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em odontologia. Área de Concentração: Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Everdan Carneiro

CURITIBA

2013

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central

Wichnieski, Caroline
W635m Mensuração de reabsorções radiculares externas simuladas por meio da
2013 tomografia computadorizada de feixe cônico / Caroline Wichnieski ; orientador,
Everdan Carneiro. – 2013.
lii, 32 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba, 2013

Bibliografia: f. 11

Texto em português e inglês

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Tomografia computadorizada de feixe
cônico. 4. Reabsorção da raiz (Dentes). I. Carneiro, Everdan. II. Pontifícia
Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em
Odontologia. III. Título.

CDD 20. ed. – 617.6



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Escola de Saúde e Biociências
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

TERMO DE APROVAÇÃO

CAROLINE WICHNIESKI

MENSURAÇÃO DE REABSORÇÕES RADICULARES EXTERNAS SIMULADAS POR MEIO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de **Mestre em Odontologia**, Área de Concentração em **Endodontia**.

Orientador(a):

Prof. Dr. Everdan Carneiro

Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Profª Drª Vânia Portela Ditzel Westphalen

Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR

Profª Drª Angela Fernandes

Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFPR

Curitiba, 24 de setembro de 2013.

"Determinação, coragem e auto confiança são fatores decisivos para o sucesso. Se estamos possuídos por uma inabalável determinação conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho."

Dalai Lama

Ao meu orientador Prof. Dr. Everdan Carneiro, pelos anos de convivência. Obrigado por fazer do aprendizado não um trabalho, mas um contentamento. Por me ajudar a descobrir o que fazer de melhor e, assim, fazê-lo cada vez melhor. Obrigado por afastar o medo das coisas que pudesse não compreender levando-me, por fim, a compreendê-las.

Com certeza você teve grande influência em minha vida acadêmica e fiquei muito feliz em tê-lo como meu orientador! Obrigada pelos ensinamentos, pela dedicação, pelo incentivo, pelas risadas, pela amizade; mas principalmente MUITO obrigada por acreditar e confiar em mim e em minha capacidade.

"O professor sábio sabe que cinquenta e cinco minutos de trabalho mais cinco minutos de risada valem o dobro do que sessenta minutos de trabalho invariável."

Gilbert Highet

Dedico este trabalho

Agradecimentos

A minha amiga e irmã de coração, **Isabel Zanata**, por estar sempre presente em todos os momentos importantes da minha vida. Obrigada pelo carinho, pelos conselhos, pelo incentivo e por sempre me motivar durante os anos de mestrado.

A minha irmã, **Cristiane Wichnieski**, pelas horas de desabafo, pelo colo carinhoso e pelo incentivo. Obrigada por estar sempre presente em minha vida e torná-la mais feliz. Te amo.

Aos meus pais, **Dirceu Wichnieski** e **Tania Wichnieski**, responsáveis por minha existência, caráter e educação.

A Engenheira Elétrica **Camila Borba**, pela amizade construída desde a infância e pela contribuição para a elaboração da metodologia deste trabalho, sempre pronta e disposta a ajudar.

Aos Professores do programa de mestrado **Prof. Dra. Vania Portela Ditzel Westphalen**, **Prof. Dr. Ulisses Xavier da Silva Neto** e **Prof. Dr. Luis Fernando Fariniuk**, pela convivência e imensa contribuição na minha formação.

A **Prof. Ana Égide Costenaro Cavalli**, pela contribuição em minha formação acadêmica e uma das responsáveis pela minha escolha em fazer endodontia. Obrigada pelos conhecimentos transmitidos, pelos conselhos, pelo carinho e amizade.

A Benerti Indústria Macânica, pela pessoa do senhor **Carlos Henrique Benerti**, por disponibilizar a fresadora para a realização da parte prática deste trabalho.

A **Dra Angela Graciela Deliga Schroder**, pela disponibilização de sua clínica para a realização das tomografias computadorizadas.

As técnicas de radiologia da clínica Digital Face, pela paciência e atenção nas minhas visitas a clínica para a realização das mensurações.

As minhas colegas de mestrado, **Alessandra Timponi Cruz, Gabriella Grande Porfirio Mizuta, Sthefani Miranda, Vanessa Cunha e Pamela Kim**, pela convivência e pela amizade.

Ao **Prof. Sérgio Ignácio**, pela ajuda na execução da análise estatística.

Aos alunos tutorados, pelas lições aprendidas, pela convivência, e pelo carinho para comigo.

A todos aqueles, que de algum modo, colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| RESUMO..... | i |
| LISTA DE ILUSTRAÇÕES..... | ii |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... | iii |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 3 |
| 3 RESULTADOS..... | 6 |
| 4 DISCUSSÃO..... | 8 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 10 |
| REFERÊNCIAS..... | 11 |
| APÊNDICE A - ILUSTRAÇÃO DA METODOLOGIA..... | 12 |
| ANEXO A - PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO CEP..... | 18 |
| ARTIGO EM INGLÊS..... | 19 |

RESUMO

Introdução: A reabsorção radicular externa (RRE) é um processo multifatorial, assintomático e de difícil diagnóstico. A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) vem sendo utilizada na endodontia por gerar imagens tridimensionais e contribuir para o diagnóstico das RRE. **Objetivos:** Verificar se as medidas de maior largura, altura e profundidade de RRE simuladas obtidas por meio da TCFC, podem, a partir do cálculo do seu volume permitir a estimativa de uma RRE simulada de volume conhecido em dentes pré-molares inferiores. Adicionalmente a isso, verificar essa situação quanto aos diferentes terço radiculares. **Métodos:** Foram realizadas RRE simuladas na face vestibular de 30 pré-molares inferiores com profundidade de 1,5mm com fresas de topo 2mm (Grupo 1) e 3mm (Grupo 2) nos três terços radiculares: cervical, médio e apical (subgrupos c, m e a, respectivamente). O volume das fresas foi calculado e utilizado como parâmetro. Os espécimes foram fixados em mandíbulas naturais e submetidos à TCFC. As imagens foram analisadas, e a maior largura e maior altura de cada RRE simulada foram mensuradas com auxílio de um *software* seus volumes foram calculados. O teste de Intervalo de Confiança 95% foi realizado. **Resultados:** Os parâmetros foram: G1 = 4,71mm³ e G2 = 10,60mm³. O Grupo 1 foi estatisticamente relevante em todos os seus subgrupos G1c 4,8027mm³ (IC 95% 4,0718 - 5,5336), G1m 4,5512mm³ (IC 95% 3,9007 - 5,2017), e G1a 4,5621mm³ (IC 95% 3,7444 - 5,3798). No Grupo 2 somente o G2c foi estatisticamente relevante 10,2229mm³ (IC 95% 9,1627 - 11,2832), G2a ficou próximo do parâmetro 9,4100mm³ (IC 95% 8,3675 - 10,4525) e G2m foi subestimado 8,8543mm³ (IC 95% 7,8280 - 9,8806). **Conclusão:** A TCFC, quando não representou a realidade clínica, se aproximou da mesma.

Palavras chave: Tomografia computadorizada de feixe cônico, reabsorção radicular externa

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|---|
| Tabela 1 - Resultado Estatístico para TCCB..... | 6 |
| Gráfico 1 - Intervalo de confiança (95%) para 2 e 3mm (TCCB)..... | 7 |

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------------|---|
| TCFC | – Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico |
| RD | – Radiografia Digital |
| mm | – Milímetros |
| mm ³ | – Milímetros cúbicos |
| ISO | – Organização Internacional para Padronização |
| Vc | – Volume do Cilindro |
| Ac | – Área do círculo |
| r | – Raio |
| D | – Diâmetro |
| h | – Altura |
| PVC | – Policloreto de vinila |
| PUC-PR | – Pontifícia Universidade Católica do Paraná |

1 INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular externa (RRE) é um processo multifatorial (1) que se inicia na superfície externa da raiz dentária. Ela é ocasionada por células do ligamento periodontal que são induzidas por fatores locais a se diferenciarem em células clásticas que reabsorvem cemento e/ou dentina, (2) podendo, em alguns casos, ocasionar a perda do dente (1). Sua causa pode ocorrer por força excessiva durante tratamento ortodôntico, trauma dentário, reimplante dentário, periodontite apical, neoplasias odontogênicas ou não odontogênicas, dentes impactados, cistos ou até mesmo idiopática. (1-6)

A RRE é um processo assintomático de difícil diagnóstico e tratamento. (3) O diagnóstico consiste em avaliação radiográfica (1, 4) e o quanto antes a reabsorção for identificada, quanto menos invasiva ela for e quanto antes o tratamento for iniciado, mais eficiente será o tratamento e menores serão as conseqüências para o dente. (1, 6)

As vantagens do uso da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) são: a capacidade de gerar imagens tridimensionais, permitir maior precisão, maior sensibilidade, maior resolução em todos os planos, ter tempo reduzido na captação da imagem e baixa dose de radiação; quando comparada com a tomografia convencional. (7-10)

Radiograficamente a RRE apresenta-se como uma imagem radiolúcida de bordas não delimitadas. (5) Com o exame tomográfico pode-se observar a lesão em três dimensões e por meio da análise de seus cortes seriados o volume pode ser calculado a partir das medidas da maior largura, altura e profundidade. Pelo fato de a RRE apresentar bordas irregulares, pode-se questionar se o cálculo do seu volume máximo poderia ser determinado.

Vários estudos demonstram que a TCFC é um método eficaz no diagnóstico de RRE (1,2,4,6), contudo esses estudos apresentam avaliações qualitativas, que têm como objetivo verificar se a TCFC é capaz de detectar uma RRE ou não, em determinada face radicular.

O objetivo deste estudo foi verificar se as medidas do exame tomográfico da maior largura, altura e profundidade podem, a partir do cálculo do seu volume, permitir a mensuração de uma RRE simulada de volume conhecido. Adicionalmente a isso, verificar essa situação quanto aos diferentes terços radiculares.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 30 pré-molares inferiores para a realização deste estudo. Visando a padronização dos espécimes, os dentes selecionados deveriam apresentar: canais únicos e retos, com raízes únicas e híginas de no mínimo 14 mm. Estes foram obtidos junto ao banco de dentes da PUCPR. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR (5266).

Os dentes birradiculares, portadores de condutos obturados, com presença de reabsorção externa, reabsorção interna e com dilacerações radiculares foram excluídos. Para tanto, os espécimes foram previamente radiografados.

Simulação das Reabsorções

As reabsorções foram simuladas com fresas de topo cilíndricas de diâmetro ISO 2 e 3mm, nos terços cervical, médio e apical; na face vestibular de todos os dentes da amostra. Estas foram realizadas na Fresadora (Chiron - Wotan, CNC vertical, São Paulo, Brasil) que contém acoplado um leitor digital numérico, que limita a inserção da fresa. A fresa foi inserida na superfície radicular vestibular a uma profundidade de 1,5mm. Os espécimes foram inclusos em PVC de 1cm de altura e 30mm de diâmetro, com uma base de resina acrílica OrtoClass® (São Paulo, Brasil) para evitar a movimentação vertical do espécime, e preenchido com parafina.

As reabsorções simuladas foram realizadas em duas etapas, gerando dois grupos: primeiramente foram realizadas as simulações nos três terços com a fresa de topo de 2mm (Grupo 1), após foi realizado o exame tomográfico. Os dentes foram novamente inclusos em parafina para a confecção da reabsorção simulada com a fresa de topo 3mm (Grupo 2), a mesma profundidade de 1,5mm foi mantida. Após, os espécimes foram novamente preparados e submetidos aos exames tomográficos.

Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

Para a realização da tomografia, os espécimes de ambos os grupos 1 e 2, foram fixados com cera utilidade em alvéolos de mandíbulas humanas naturais. Tiras de músculo bovino foram utilizadas sobre a cortical para simular os tecidos moles, sendo que na face vestibular a espessura foi de aproximadamente 11,5mm e na lingual 1,5mm. (11)

As tomografias foram obtidas por meio do tomógrafo modelo i-Cat (Imaging Sciences Int, Pennsylvania), imagens obtidas com voxel 0,2; 26,9 segundos; 37,07 mts; 120 kVp) e por meio do software Dental SLICE® as reabsorções foram mensuradas. Para este estudo foram utilizados cortes sagitais de 0,5mm.

Para a mensuração das reabsorções foram utilizadas as medidas: altura e largura. Todos os cortes seriados foram analisados e mensurados, e as maiores medidas encontradas em cada reabsorção de cada terço foram selecionadas para a realização do estudo. Este estudo foi realizado por apenas um avaliador.

Cálculo

Após a obtenção dos dados, o cálculo do volume da reabsorção foi realizado segundo a fórmula do volume do cilindro:

$$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Sendo “h” a maior medida horizontal encontrada; e “r” a divisão da maior medida vertical encontrada por 2 ($r = D/2$).

Obtenção do Parâmetro

O cálculo do volume da fresa foi obtido pela mesma fórmula do cálculo do volume do cilindro:

$$V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

A altura (h) é determinada pela profundidade que a fresa penetra nos dentes (1,5mm). Para calcular o raio (r) foi utilizada a fórmula: $r = D/2$; o diâmetro das fresas já é conhecido (2 e 3mm), então:

Volume da Fresa de 2mm: 4,71 mm³

Volume da Fresa de 3mm: 10,60 mm³

Os dados obtidos foram tabulados e enviados para análise estatística.

3 RESULTADOS

A Tabela 1, apresenta uma relevância estatística no Grupo 1 (2mm), quando comparado com o parâmetro 4, 71, em todos os seus subgrupos, sendo: Grupo 1 cervical (G1c) 4,8027 (IC 95% 4,0718 - 5,5336), Grupo 1 médio (G1m) 4,5512 (IC 95% 3,9007 - 5,2017), e Grupo 1 apical (G1a) 4,5621 (IC 95% 3,7444 - 5,3798). No grupo 2, de 3mm, quando comparado com seu parâmetro 10,60; obtem-se relevância estatística somente no subgrupo cervical (G2c: 10,2229 IC 95% 9,1627 - 11,2832). O G2 apical (G2a) não apresentou relevância estatística, mas seu intervalo de confiança foi bem próximo do parâmetro 9,4100 (IC 95% 8,3675 - 10,4525). O G2m apresentou um valor subestimado: 8,8543 (IC 95% 7,8280 – 9,8806).

| Subgrupos | N | Média | Desvio Padrão | Intervalo de Confiança 95% | | Parâmetro | Valor p |
|-------------------|----|---------|---------------|----------------------------|-----------------|-----------|----------|
| | | | | Limite inferior | Limite superior | | |
| G1c 2 mm/cervical | 30 | 4,8027 | 1,95739 | 4,0718 | 5,5336 | 4,71 | p > 0,05 |
| G1m 2 mm/médio | 30 | 4,5512 | 1,7421 | 3,9007 | 5,2017 | 4,71 | p > 0,05 |
| G1a 2 mm/apical | 30 | 4,5621 | 2,18978 | 3,7444 | 5,3798 | 4,71 | p > 0,05 |
| G2c 3 mm/cervical | 30 | 10,2229 | 2,83944 | 9,1627 | 11,2832 | 10,6 | p > 0,05 |
| G2m 3 mm/médio | 30 | 8,8543 | 2,74854 | 7,828 | 9,8806 | 10,6 | p < 0,05 |
| G2a 3 mm/apical | 30 | 9,41 | 2,79185 | 8,3675 | 10,4525 | 10,6 | p < 0,05 |

Tabela 1 - Média, desvio padrão e IC 95% para Tomografias Computadorizada de Feixe Cônico.

O Gráfico 1 mostra que houve homogeneidade na distribuição dos dados, sendo que todos os valores dos grupos e subgrupos se contém, nenhum ficou muito afastado.

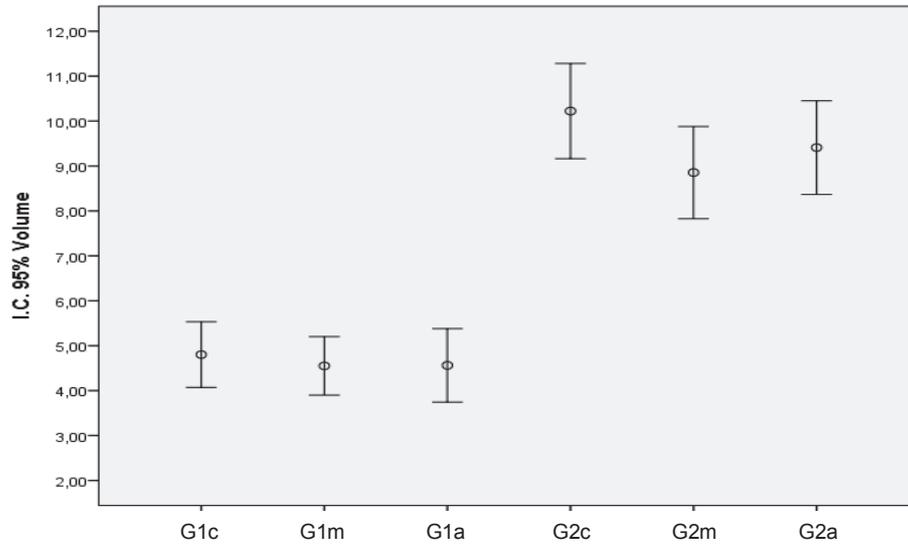


Gráfico 1 – Comparação dos IC 95% dos grupos e subgrupos TCFC.

O teste estatístico de Intervalo de Confiança 95% (IC 95%) foi realizado. Foi considerado estatisticamente relevante se o valor do parâmetro pré-determinado, volume da fresa, estivesse contido no intervalo de confiança estimado ($p > 0,05$).

4 DISCUSSÃO

A RRE é uma lesão de difícil diagnóstico por não apresentar manifestações clínicas (3), sendo que muitas vezes acaba sendo diagnosticada por achados radiográficos. Saber sua extensão pela raiz dentária é importante para determinar e planejar o tratamento correto e avaliar a viabilidade do mesmo. (1)

Com a radiografia convencional é difícil determinar a extensão ou a localização correta da lesão, pois ela fornece uma imagem bidimensional de um objeto tridimensional (3, 8, 12, 13). Além disso, estudos demonstram que as radiografias produzem um falso negativo em 51,9% dos casos e um falso positivo em 15,3% dos casos (14). Outra limitação da radiografia é que ela só consegue identificar a RRE quando a perda de tecido dentário for superior a 60% (1,4), o que indica um diagnóstico tardio da reabsorção, comprometendo o prognóstico e a eficiência do tratamento da mesma.

A TCFC por outro lado, fornece uma imagem tridimensional, o que identifica a extensão e a localização da lesão na superfície radicular, contribuindo para a avaliação e a elaboração de um plano de tratamento adequado.

Vários estudos demonstram que a TCFC é um método eficaz no diagnóstico de RRE (1, 2, 4, 6, 15-19), contudo esses estudos apresentam avaliações qualitativas, que têm como objetivo verificar se a TCFC é capaz de detectar uma RRE ou não, em determinada face radicular.

Este estudo avaliou se a TCFC é eficaz em mensurar o volume real da RRE. Os resultados mostraram que a TCFC foi eficaz na maioria dos casos, pois os resultados encontrados nos grupos G1c, G1m, G1a e G2c estavam dentro do intervalo de confiança. Os grupos G2m e G2a apresentaram uma subestimação do volume, sendo que no G2m ela foi maior e o G2a não foi estatisticamente relevante, mas seus valores ficaram muito próximos de seu intervalo de confiança.

Observa-se então, que quando o volume da lesão aumenta, há uma tendência, mesmo que pequena, a subestimação da mesma. A subestimação

pode ter ocorrido devido à espessura do corte tomográfico utilizado, pois, apesar de o corte ter sido fino (0,5mm), não se pode garantir que o corte foi realizado exatamente no centro do elemento dentário. Quanto menor o corte mais chances de atingir o centro da RRE simulada e mais precisa será a estimativa do volume. Cortes menores, de 0,2 ou 0,1mm, poderiam ser testados com resultados mais precisos.

Misch KA e colaboradores realizaram um trabalho para avaliar a eficácia da mensuração da TCFC em defeitos ósseos simulados em cadáveres naturais. Eles realizaram os defeitos com brocas, e realizaram tomografias e radiografias. Eram realizadas 3 medidas em cada defeito: 1- da junção amelo-cementária (JAC) até a base do defeito, 2- a distância da JAC até a crista óssea adjacente ao defeito e 3- a profundidade do defeito ósseo. Estas medidas foram realizadas com um paquímetro digital diretamente na mandíbula (grupo controle) e por meio de softwares específicos nas radiografias e nas tomografias. Eles demonstraram que a TCFC foi mais eficaz que a radiografia convencional em detectar os defeitos ósseos, mas não houve diferença estatística quanto a capacidade de mensuração.

Como limitação deste estudo, tivemos a forma das reabsorções, que *in vivo* são difusas e irregulares, e neste trabalho *in vitro* foi realizada de forma cilíndrica para termos um padrão de comparação. Estas reforçam a necessidade de outros trabalhos e até mesmo novas metodologias para tentarmos reproduzir a realidade clínica e avaliar se a tomografia representa ou não a mesma.

Novos estudos com diferentes e novos softwares devem ser realizados para verificar se a tomografia representa, de fato, a realidade clínica ou apenas se aproxima a ela.

5 CONCLUSÃO

A TCFC se mostrou eficaz para a mensuração de RRE simuladas de menor volume. A TCFC teve uma tendência a subestimar as RRE simuladas de volumes maiores nos terços médio e apical. A TCFC quando não representou a realidade clínica, contudo se aproximou da mesma.

REFERÊNCIAS

1. Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod.* 2009 Feb;35(2):233-5.
2. Kamburoğlu K, Kurşun S, Yüksel S, Oztaş B. Observer ability to detect ex vivo simulated internal or external cervical resorption. *J Endod.* 2011 Feb;37(2):168-75.
3. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, De Araújo Estrela CR. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod.* 2009 Nov;35(11):1491-7.
4. de Azevedo Vaz SL, Vasconcelos TV, Neves FS, de Freitas DQ, Haiter-Neto F. Influence of cone beam computed tomography enhancement filters on diagnosis of simulated external root resorption. *J Endod.* 2012 Mar;38(3):305-8.
5. Tsai P, Torabinejad M, Rice D, Azevedo B. Accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in detecting small periapical lesions. *J Endod.* 2012 Jul;38(7):965-70.
6. Bernardes Ra. de Paulo RS, Pereira LO, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, de Azevedo JR. Comparatie study of cone beam computed tomography an intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions. *Den Traumatol* 2012 Aug;28(4):268-72
7. Liang YH, Li G, Wesselink PR, Wu MK. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2011 Mar;37(3):326-31.

8. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod.* 2008 Mar;34(3):273-9.
9. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod.* 2010 Jul;36(7):1187-90. doi: 10.1016/j.joen.2010
10. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007 Sep;33(9):1121-32.
11. Westphalen VP, Moraes IG, Westphalen FH. Efficacy of conventional and digital radiographic imaging methods for diagnosis of simulated external root resorption. *J Appl Oral Sci.* 2004 Jun;12(2):108-12.
12. Low KM, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod.* 2008 May;34(5):557-62.
13. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod.* 2008 Nov;34(11):1325-31.
14. Nance RS, Tyndall D, Levin LG, Trope M. Diagnosis of external root resorption using TACT (tuning-aperture computed tomography). *Endod Dental Traumatol* 2000;16:24-8.

15. Cohenca N, Simon JH, Marthur A, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma: part 2 - root resorption. *Dent Traumatol* 2007;23:105-13.

16. Liedke GS, da Silveira HE, Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated root resorption. *J Endod* 2009;35:233-5.

17. Hahn W, Fricke-Zech S, Fricke J, et al. Detection and size differentiation of simulated tooth root defects using flat-panel volume computerized tomography (fpVCT). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:272-8).

18. Kapila S, Conley RS, Harrell WE Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:24-34.

19. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, et al. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2009;35:1491-7.

20. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005 Dec;128(6):803-11

APÊNDICE A – ILUSTRAÇÕES DA METODOLOGIA

Simulação das Reabsorções



Figura 1 – Dente incluído em PVC com base de acrílico e preenchimento com parafina. Marcações do local onde as perfurações deveriam ser realizadas.



Figura 2 - Fresadora



Figura 3 - Espécime posicionado na morsa e início da perfuração



Figura 4 - Perfuração sendo realizada



Figura 5 - Perfurações concluídas.

Realização da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico



Figura 1 - Dentes com as reabsorções simuladas inseridos em mandíbulas naturais e fixados com cera utilidade



Figura 2 - Colocação das tiras de músculo bovino para simulação de tecidos moles.

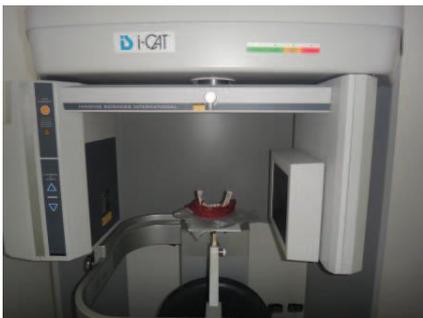


Figura 3 - Conjunto em posição para realização da tomografia.



Figura 4 - Realização da TCFC; captação das imagens.

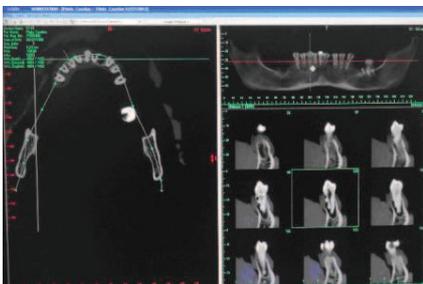


Figura 5 - Imagens abertas no software: realização do corte sagital



Figura 6 - Realização das Mensurações

ANEXO A – APROVAÇÃO PELO CEP



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
Núcleo de Bioética
Comitê de Ética em Pesquisa
Ciência com Consciência

PARECER CONSUBSTANCIADO DE PROTOCOLO DE PESQUISA

Parecer Nº **0003292/09**

Protocolo CEP Nº **5266**

Título do projeto **Avaliação da precisão da tomografia computadorizada de feixe cônico cone beam em mensurar reabsorção**

Grupo **III**

Versão **1**

Protocolo CONEP **0393.0.084.000-09**

Pesquisador responsável **EVERDAN CARNEIRO**

Instituição **PUCPR-CCBS - Curitiba**

Objetivos

Avaliar a precisão da tomografia computadorizada de feixe conico cone beam em mensurar reabsorções.

Comentários e considerações

O projeto visa investigar a precisão e acurácia de uma tecnologia e seus resultados poderão contribuir para aprimoramento dos diagnósticos na área.

Termo de consentimento livre e esclarecido e/ou Termo de compromisso para uso de dados.

Possui autorização do banco de dentes da PUCPR.

Conclusões

O projeto está aprovado.

Devido ao exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR, de acordo com as exigências das Resoluções Nacionais 196/96 e demais relacionadas a pesquisas envolvendo seres humanos, em reunião realizada no dia: **16/09/2009**, manifesta-se por considerar o projeto **Aprovado**.

Situação Aprovado

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 196/96, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

Curitiba, 16 de Setembro de 2009.

Prof. Dr. Sergio Surugi de Siqueira
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
PUC PR

ARTIGO EM INGLÊS

**Accuracy of simulated external root resorption obtained from
Cone Beam Computed Tomography**

Abstract

Objectives: The aim of this study was to verify the accuracy of CBCT in determining the volume of ERR from measurements of greatest width and height of ERR simulated images obtained from CBCT. In addition, check this situation related by different root thirds.

Methods: ERR were performed with a simulated depth of 1.5mm in 30 pre-molars with end mills 2 mm (Group 1) and 3 mm (Group 2) on the three root thirds: cervical, medium and apical (subgroups c, m, and a respectively). The volume of the cutters was calculated and used as a parameter. The specimens were fixed in natural jaws and subjected to CBCT. The images were analyzed and the greatest width and greatest height of each simulated ERR were measured with the help of software and the volume were calculated. The 95% confidence interval (CI) was obtained.

Results: The parameters were $G1 = 4.71\text{mm}^3$ and $G2 = 10.60\text{mm}^3$. Group 1 was statistically significant in all subgroups $G1c = 4.80\text{mm}^3$ (95% CI 4.07 – 5.53), $G1m = 4.55\text{mm}^3$ (95% CI 3.90 – 5.20), $G1a = 4.56\text{mm}^3$ (95% CI 3.74 – 5.37). For Group 2, only the $G2c$ was statistically significant 10.22mm^3 (95% CI 9.16 – 11.28), where $G2a$ was close to the parameter 9.41mm^3 (95% CI 8.36 – 10.45) and $G2m$ was underestimated 8.85mm^3 (95% CI 7.82 – 9.88).

Conclusion: The CBCT has accuracy for measuring the volume of simulated ERR. The values were very close to the parameter and it can be clinically useful.

Keywords: Cone beam computed tomography; External root resorption; accuracy

INTRODUCTION

The external root resorption (ERR) is an asymptomatic process that is difficult to diagnosis and treat. ERR begins on the outer surface of the tooth root, and is caused by periodontal ligament cells that are induced by local factors that differentiate into clastic cells that resorb cement and/or dentin. ERR can, in some cases, lead to tooth loss.¹ The etiology is multifactorial and can be related to the use of excessive force during orthodontic treatment, dental trauma, internal bleaching, tooth replantation, apical periodontitis, odontogenic and non-odontogenic tumors, presence of impacted teeth, cysts or idiopathic.¹⁻⁶

Radiographically, the ERR appears as a radiolucent not defined image.⁵ Early diagnosis and institution of adequate treatment in the early stage, before significant loss of tooth structure, improves the prognostic.¹⁻⁶ Conventional radiographic techniques consist of two-dimensional exams that do not allow scaling the volume and extent of the lesion, which is a limitation for the establishment of a treatment plan and prognosis. Moreover, the size of the lesion, its location, superimposition of anatomical structures and bone density in the region where it is located all affect the detection of ERR, especially in the early stages.

Other imaging studies, such as cone beam computed tomography (CBCT) and microtomography, present greater diagnostic accuracy. On the other hand, the use of CBCT in dentistry has expanded due to its ability to generate three-dimensional images with higher resolution in all planes, and to reduce time needed for image capture as well as low radiation dose compared with conventional tomography CT.⁷⁻¹⁰

The CBCT is indicated as an aid in feature location and differentiation of internal, external and cervical root resorption as well as in determining the appropriate treatment and prognosis of these conditions.¹¹ Several studies showed qualitative assessments demonstrating its effectiveness in the diagnosis of ERR.^{1,2,4,6} One of the main advantages of this procedure is that the voxels formed by the image are isotropic (i.e., they are equal in length, width and depth), which allows accurate measurements on all planes.¹² Thus, hypothetically, the volume of

ERR could be estimated/calculated from measurements of greater width, height and depth of the resorption cavity. Clinically, however, as the ERR feature is asymmetric and may contain irregular edges, the result may not reflect clinical reality. No studies were found in the literature testing this hypothesis.

The aim of this study was to verify the accuracy of CBCT in determining the volume of ERR from measurements of greatest width, height and depth of ERR simulated images obtained from CBCT. Additionally, we verified the reliability of this test in determining the volume of ERR in different root thirds.

MATERIALS AND METHODS

Thirty human monoradicular premolars, obtained on the teeth bank of Pontifical Catholic University of Parana, were used after approval by the Ethics and Research Committee. The selected premolars contained healthy teeth roots, unique and straight channels, and exhibited a minimum length of 14mm and maximum 17mm. Specimens that had endodontic fillings, root and root lacerations, internal or external resorption were excluded.

Simulation of the resorptions

Three resorption cavities were simulated with cylindrical end mills ISO of diameters of 2 and 3 mm (Indaco, Carapicuíba- SP, Brazil) at the cervical, middle and apical thirds of the buccal surface of all teeth adapted to a milling machine (Chiron - Wotan, vertical CNC, São Paulo, Brazil). The milling machine has coupled a numerical digital readout that limits the depth of insertion of the cutter. The cutters were inserted on the buccal root surface to a depth of 1.5 mm. The teeth were embedded with paraffin in a PVC support 1cm in height and 30mm in diameter, with a base of acrylic resin (OrtoClass ®, São Paulo, Brazil) to prevent vertical movement during drilling.

The simulated resorption was performed in two steps, and generated two groups of 30 teeth. Each group was subdivided into 3 subgroups according to the

root third reported. Initially resorption were simulated in three root thirds of all teeth in the sample with a cutter diameter of 2 mm (Group 1)(Figure1 - A and B), and the teeth were subjected to the tomographic examinations. In the second stage, the teeth were again positioned and resorption was simulated with a 3 mm cutter, while maintaining the depth of 1.5 mm (Group 2). New CBCT scans were performed.

Cone Beam Computed Tomography

The teeth of both groups were fixed with utility wax in humans' jaws for image acquisition. Bovine muscle strips of approximately 11.5 mm in buccal surface and 1.5 mm in the lingual surface were placed on the cortical bone to simulate the soft tissues.¹³

The system scans used was the cone beam CT i-Cat Next Generation (120 kVp, 5 mA, and voxel size of 0.2 mm with a field of view (FOV) of 16 cm to acquire images (Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, USA). The images were evaluated in Dental Slice (Bioparts, Brasilia, DF, Brazil) ® software. The resorptions were measured in sagittal sections of 0.5 mm thickness.

The larger height and width of each root third were used for the measurement of the resorption. Measurements were recorded by a single observer(Figure 1 – C and D).

Statistical analysis was performed using the test of 95 % confidence interval (95 % CI). Results were considered statistically significant when the value of the predetermined parameter (volume of the cavity) was contained in the estimated confidence interval ($p > 0.05$).

Calculating the volume of resorptions Simulated

After obtaining the data, the calculation of the volume of resorption was performed according to the formula of the volume of the cylinder: $V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$. The value of "h" is the largest horizontal measure found and the value of "r" is the result of dividing the greater vertical extent found by 2 ($r = D / 2$).

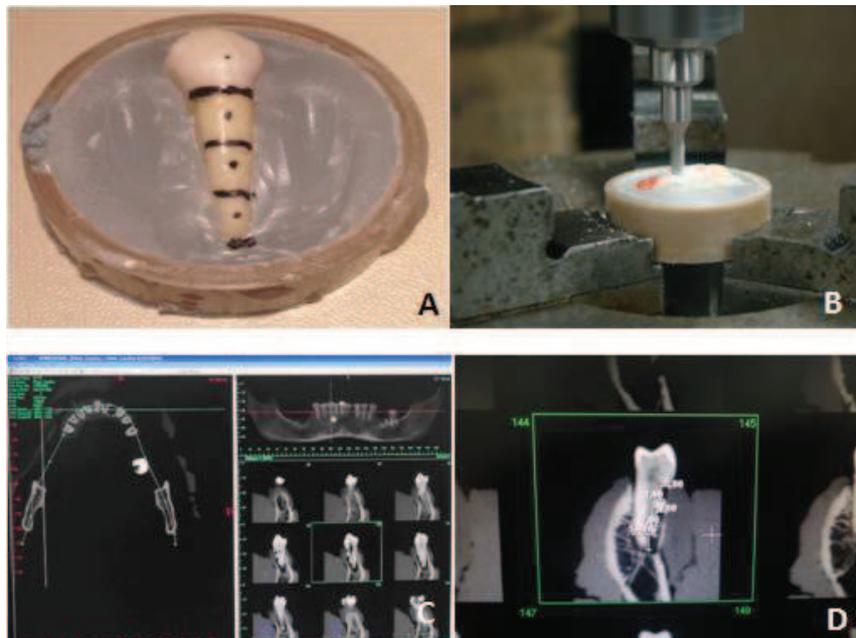


Figure 1: A: Teeth included in the PVC support; B: Cutter being insert in the buccal surface of the teeth; C: images opened with the software; D: ERR – volume calculation.

Calculation of the Parameter

The calculation of the volume of the mill was obtained by the same formula for calculating the volume of the cylinder: $V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$. The height (h) is determined by the depth of penetration of the cutter in the teeth (1.5 mm). The radius was calculated as half the length of the diameter of the cutter used. The diameters of the cutters were 2 and 3mm.

Volume cutter 2mm: 4,71 mm³

Volume cutter 3mm: 10.60 mm³

RESULTS

The results are shown in Table 1. There was statistical significance in Group 1 compared with the parameter in all subgroups (G1c-cervical, G1m - and medium

-apical G1a). The cervical subgroup (G2c) was the only group that was statistically significant compared with the parameter.

Figure 2 shows that the distribution of the data was homogenous, and that all values of the groups and subgroups were grouped closely (i.e., there were no outliers).

| Group | N | Mean | Standard Deviation | Standard Error | Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|-----|----------|-----------------------|-------------------|-------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Limit | Upper Limit | | |
| G1c | 30 | 1,9687 | 41,55810 | 7,58744 | -13,5494 | 17,4867 | -100,00 | 56,82 |
| G1m | 30 | -3,3720 | 36,98736 | 6,75294 | -17,1834 | 10,4393 | -100,00 | 46,01 |
| G1a | 30 | -3,1406 | 46,49224 | 8,48828 | -20,5011 | 14,2199 | -100,00 | 120,42 |
| G2c | 30 | -3,5345 | 26,79348 | 4,89180 | -13,5393 | 6,4704 | -100,00 | 55,90 |
| G2m | 30 | -16,4494 | 25,93578 | 4,73520 | -26,1339 | -6,7648 | -100,00 | 27,42 |
| G2a | 30 | -11,2051 | 26,34445 | 4,80982 | -21,0423 | -1,3680 | -100,00 | 28,00 |
| Total | 180 | -5,9555 | 35,01989 | 2,61023 | -11,1063 | -,8047 | -100,00 | 120,42 |

Table 1: Mean, standard deviation and 95 % CI of the volumes obtained by Cone-Beam Computed Tomography.* Percentage of volume calculated on the total volume of the parameter

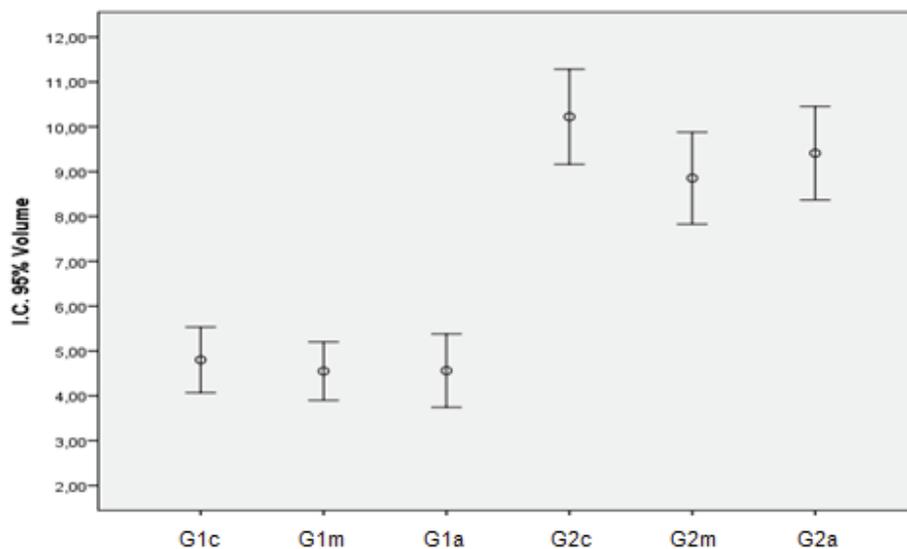


Figure 2: Comparison of 95 % (CI) of the groups and subgroups.

DISCUSSION

The external root resorption can be classified according to the clinical and histopathological features in superficial, inflammatory, cervical external resorption or resorption by substitution. The disease process has different characteristics and requires specific clinical approaches to each of these types of resorption. The earlier the diagnosis is made, the better the prognosis can be.

Treatment alternatives include according to the clinical situation and the resulting loss of tooth structure: endodontic treatment, surgical exposure of the area of resorption followed by removal of the granulation and restoration of tissue resorption cavity, orthodontic extrusion or tooth extraction followed by placing dental implants.¹⁴

Conventional radiographic techniques, due to its two-dimensional nature, are inadequate to determine the extent and precise location of the ERR^{3,8,15,16}. Besides, the detection of ERR by conventional radiographs only occurs when the loss of tooth tissue is higher than 60 %^{1,4}, which may compromise treatment and prognosis. Studies evaluating the detection of ERR by radiographs showed false-negative in 51.9 % of cases and false-positive in 15.3% of cases.¹⁶ Several studies have shown that CBCT is an effective method in the detection of ERR.^{1, 2, 4, 6, 18-22} A three-dimensional evaluation allows diagnosis in early stages and allows the determination of the extent and location of injury resulting from ERR on the root surface.¹¹ The volume of lost of the tooth structure is an important factor to be considered in establishing the treatment and prognosis of the involved tooth plan.

This study evaluated the accuracy of the measurement of the actual volume of ERR based on measurements performed on images obtained by CBCT. Estimated volumes were compared with the volume parameter and through the confidence interval of 95 % test was observed the accuracy of the measurements obtained. The volumes obtained in groups G1c, G1m, G1a and G2c were contained within the confidence interval. The results obtained in groups G2m and G2a underestimated the actual volume, respectively, in 16.5% and 11.2 % of the

sample. However, the results obtained in G2a group were very close to the confidence interval.

As the volume of the lesion increased, there was a tendency to obtain an underestimated result. It is possible that this occurred because of the CBCT slice thickness used (0.5 mm). Smaller slice thicknesses have a greater chance to reach the center of the simulated ERR and allow for more accurate volume estimation. Minor cuts (e.g., 0.2 or 0.1 mm) could provide more accurate results.

Misch KA et al ²³ evaluated the effectiveness of measuring bone defects simulated in cadaver mandibles on conventional radiographs and CBCT images obtained with three measurements for each fault: 1 - the distance from the cement enamel junction (CEJ) to the base of the defect; 2 - the distance from the CEJ to bone crest adjacent to the defect; 3 - the depth of the bone defect. Measurements were taken with a digital caliper directly in the jaw (control group) and using specific software on radiographs and in CBCT. The results showed that CBCT was more effective than conventional radiography in detecting bone defects, but there was no statistical difference between the tests regarding the reliability of measurements.

Studying the accuracy of CBCT measurement, Sakabe J et al ²⁴ evaluated the capacity of the CBCT in accurate measuring unerupted teeth. Compare the CBCT with a laboratorial measure, they conclude that the CBCT measures are significantly larger than the laboratory measurements, but that difference is low (mean +0.088 mm), so it isn't clinically relevant.

Panzarella FK et al ²⁵ evaluate accuracy of linear measurements using two CBCT different units. They compare the linear measurement of the CBCT with the measure previously obtained by a digital caliper. They concluded that the CBCT scans underestimated the measures.

The simulated ERR in this study had a cylindrical shape, while the clinically ERR is present and irregular diffuse, which may represent a limitation of the methodology. More studies are needed with methodologies that simulate the clinical aspect of the ERR.

CONCLUSION

It was possible to estimate the volume of ERR from measurements performed on images generated by CBCT within 95% confidence interval. The results underestimated the ERR for larger volumes in the middle and apical thirds; however, these values were close to the parameter values.

REFERENCES

1. Liedke GS, da Silveira HE, da Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. *J Endod*2009;35:233-5.
2. Kamburoğlu K, Kurşun S, Yüksel S, Oztaş B. Observer ability to detect ex vivo simulated internal or external cervical resorption. *J Endod* 2011;37:168-75.
3. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, Mattar R, Valladares Neto J, Azevedo BC, De Araújo Estrela CR. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod*2009;35:1491-7.
4. deAzevedoVaz SL, Vasconcelos TV, Neves FS, de Freitas DQ, Haiter-Neto F. Influence of cone beam computed tomography enhancement filters on diagnosis of simulated external root resorption. *J Endod* 2012;38:305-8.
5. Tsai P, Torabinejad M, Rice D, Azevedo B. Accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in detecting small periapical lesions. *J Endod* 2012;38:965-70.
6. Bernardes RA, de Paulo RS, Pereira LO, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, de Azevedo JR. Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions. *Den Traumatol* 2012;28:268-72.

7. Liang YH, Li G, Wesselink PR, Wu MK. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *J Endod* 2011;37:326-31.
8. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod* 2008;34:273-9.
9. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod* 2010;36:1187-90.
10. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007; 33:1121-32.
11. Tyndall DA, Kohlfarber. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. *Aust Dent J* 2012; 57: 72-81.
12. Patcas R, Markic G, Muller L, Ullrich O, Peltomäki T, Kellenberger CJ, Karlo CA. Accuracy of linear intraoral measurements using cone beam CT and multidetector CT: a tale of two CTs. *Dentomaxillofacial Radiology* (2012) 41, 637–644.
13. Westphalen VP, Moraes IG, Westphalen FH. Efficacy of conventional and digital radiographic imaging methods for diagnosis of simulated external root resorption. *J Appl Oral Sci* 2004; 12:108-12.
14. Trope M. Root resorption due to dental trauma. *Endod Topics* 2002;1: 79-100.

15. Low KM, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod* 2008; 34: 557-62.
16. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod* 2008; 34: 1325-31.
17. Nance RS, Tyndall D, Levin LG, Trope M. Diagnosis of external root resorption using TACT (tuning-aperture computed tomography). *Endod Dental Traumatol* 2000;16: 24-8.
18. Cohenca N, Simon JH, Marthur A, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma: part 2 - root resorption. *DentTraumatol* 2007;23:105-13.
19. Liedke GS, da Silveira HE, Silveira HL, Dutra V, de Figueiredo JA. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated root resorption. *J Endod* 2009;35:233-5.
20. Hahn W, Fricke-Zech S, Fricke J, et al. Detection and size differentiation of simulated tooth root defects using flat-panel volume computerized tomography (fpVCT). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107: 272-8.
21. Kapila S, Conley RS, Harrell WE Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40: 24-34.

22. Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, et al. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2009;35: 1491-7.
23. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol* 2006; 77: 1261-6.
24. Sakabe J, Kuroki Y, Fujimaki S, Nakajima I, Honda K. Reproducibility and accuracy of measuring unerupted teeth using limited cone beam X-ray CT. *Dentomaxillofacial Radiology* (2007) 36, 2–6.
25. Panzarella FK, Junqueira JLC, Oliveira LB, de Araújo NS, Costa C. Accuracy assessment of the axial images obtained from cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology* (2011) 40, 369–378.