



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ

ESCOLA DE CIÊNCIAS DA VIDA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICA ODONTOLÓGICA

INTEGRADA COM ÊNFASE EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

ALESSANDRA SOARES DITZEL

**ACURÁCIA DA RADIOGRAFIA PERIAPICAL NA
OBSERVAÇÃO DE REABSORÇÃO RADICULAR EM
DENTES ANTERIORES PERMANENTES TRAUMATIZADOS.**

Curitiba

2019

ALESSANDRA SOARES DITZEL

**ACURÁCIA DA RADIOGRAFIA PERIAPICAL NA
OBSERVAÇÃO DE REABSORÇÃO RADICULAR EM
DENTES ANTERIORES PERMANENTES TRAUMATIZADOS.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Odontologia, Área de Concentração em Clínica Odontológica Integrada (Ênfase em Radiologia Odontológica).

**Orientador: Profa. Dra. Vânia Portela Ditzel
Westphalen**

Curitiba

2019

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR
Biblioteca Central
Pamela Travassos de Freitas – CRB 9/1960

Ditzel, Alessandra Soares
D617a
2019 Acurácia da radiografia periapical na observação de reabsorção radicular
em dentes anteriores permanentes traumatizados / Alessandra Soares Ditzel;
orientadora: Vânia Portela Ditzel Westphalen. – 2019.
41 f. : il. ; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba,
2019
Inclui bibliografias

1. Odontologia. 2. Diagnóstico. 3. Dentes. 4. Radiografia dentária digital.
5. Traumatismo dentário. 6. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.
I. Westphalen, Vânia Portela Ditzel. II. Pontifícia Universidade Católica do
Paraná. Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDD 20. ed. – 617.6



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Escola de Ciências da Vida
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

TERMO DE APROVAÇÃO

ALESSANDRA SOARES DITZEL

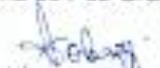
**ACURÁCIA DA RADIOGRAFIA PERIAPICAL NA OBSERVAÇÃO DE REABSORÇÃO
RADICULAR EM DENTES ANTERIORES PERMANENTES TRAUMATIZADOS**

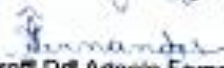
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do Título de Doutor em Odontologia, Área de Concentração em Radiologia.

Orientador (a):


Profª Drª Vânia Portela Ditzel Westphalen
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Profª Drª Luciana Reis Azevedo Alanis
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, PUCPR


Profª Drª Ana Lúcia Tolazzi
Curso de Odontologia, PUCPR


Profª Drª Angela Fernandes
Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFPR


Prof. Dr. Sérgio Herrero Moraes
Curso de Odontologia, Herrero

Curitiba, 10 de dezembro de 2019.

Dedico esta tese ao meu esposo e aos meus pais, pelo amor, apoio, paciência e compreensão a mim dispensada durante toda a sua elaboração.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À minha orientadora, professora Dra. Vânia Portela Ditzel Westphalen. Muito obrigada por todo seu incentivo, paciência, confiança e disponibilização durante todo decorrer do trabalho. Sua competência é admirável, seu amor e dedicação pela odontologia são contagiantes. Agradeço muito pelos ensinamentos transmitidos, por todas as oportunidades e autonomia que confiou a mim. Enfim, por todos os momentos que pudemos compartilhar, dividir e somar. Você é um exemplo de um grande mestre.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por conceder-me mais esta bênção, oportunizando a realização desse curso de doutorado.

Aos meus pais, Regina e Anselmo, pela vida, amor infinito, confiança e apoio incondicionais. Vocês são meu alicerce, meu porto seguro. Em vocês me espelho, seguindo seus exemplos de caráter, idoneidade, fé e acima de tudo, de amor. Amo vocês infinitamente.

Ao meu esposo, Marlon, pelo amor, companheirismo, paciência, fundamental apoio, incentivo e pela compreensão nos momentos de ausência. Você me ensina a cada dia ser uma pessoa melhor. Seu otimismo, sua calma, confiança e a certeza de que tudo vai dar certo foram e são essenciais na minha vida. Te amo muito!

Ao meu irmão Alexandre, minha cunhada Amanda e meus sobrinhos Bernardo e Benício por sempre estarem ao meu lado, compartilhando momentos e tornando-os sempre especiais.

À Ana Paula Túlio Manfron, amiga e dupla que a vida acadêmica me trouxe. Obrigada pela amizade e parceria de sempre, pela oportunidade de trabalharmos juntas dividindo e somando conhecimentos. Sua disponibilidade em ajudar, seu apoio e incentivo foram essenciais.

À professora Dra Ana Lúcia Tolazzi. Você é um exemplo de pessoa, amiga e mestre. Obrigada, pela disposição em ensinar e ajudar. Sempre abrindo caminhos. Sua força de vontade e entusiasmo são sua marca e contagiam quem está ao seu redor. Sua colaboração e apoio foram fundamentais.

Ao professor Dr. Fernando Henrique Westphalen, pelos inúmeros conhecimentos transmitidos durante toda a minha jornada acadêmica. Sua sabedoria é admirável.

Ao professor Dr. Sérgio Ignácio, pela incansável dedicação em realizar as várias análises estatísticas.

A todos os professores do programa de pós-graduação, pelas importantes discussões e ensinamentos transmitidos durante os seminários.

À professora Dra Evelise Machado, coordenadora do curso de pós-graduação em Odontologia, pela competência na condução do curso.

Ao Professor Dr. Monir Tacla que tornou possível a realização desse curso.

À PUCPR pela concessão do benefício.

À Kassandra Costa pela fundamental parceria de sempre e ajuda nas coletas de dados. Sua colaboração apoio e amizade foram essenciais.

A todos os colegas, pela oportunidade de compartilharmos conhecimentos e ótimos momentos durante esta jornada.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Neide Reis Borges pela dedicação.

Aos funcionários da Secretaria, Mari, Dayane e Amanda, que prontamente me recebiam na secretaria e disponibilizavam os prontuários.

Aos funcionários do CAT, Cleomar e Diamir, pela atenção e prontidão em atender.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

MINHA GRATIDÃO

“Feliz aquele que transfere o que sabe
e aprende o que ensina.”

(Cora Coralina)

SUMÁRIO

ARTIGO EM PORTUGUÊS.....	1
Página título	1
Resumo.....	2
Introdução	4
Materiais e Métodos	5
Resultados	7
Discussão.....	12
Conclusão	15
Referências	15
ARTIGO EM INGLÊS -	18
Title page.....	18
Abstract	19
Introduction	21
Methods and Materials	22
Results	24
Discussion	25
References	29
Tables	32
Figures.....	34
ANEXOS	36
Parecer de comitê de ética	36
Normas para publicação – Iranian Endodontic Journal.....	39

ACURÁCIA DA RADIOGRAFIA PERIAPICAL NA OBSERVAÇÃO DE REABSORÇÃO RADICULAR EM DENTES ANTERIORES PERMANENTES TRAUMATIZADOS.

Alessandra Soares Ditzel^a

Ana Paula Tulio Manfron^b

Angela Graciela Deliga Schroder^a

Marisa Nogueira Alencar^a

Fernando Henrique Westphalen^c

Vânia Portela Ditzel Westphalen^{d*}

^aAluna de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de concentração em clínica odontológica com ênfase em Radiologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Escola de Ciências da Vida, Curitiba, PR, Brasil.

^bFaculdade de Odontologia, Faculdade Herrero, Curitiba, Paraná, Brasil

^c Departamento de Estomatologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

^d Departamento de Endodontia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Escola de Ciências da Vida, Curitiba, PR, Brasil.

^{d*} Endereço: Rua Pasteur, 486/401, Curitiba, Paraná, Brasil. CEP: 80250-080

email: vania.westphalen@pucpr.br

RESUMO

Introdução: Exames radiográficos podem revelar reabsorções radiculares antes mesmo dos sintomas e sinais clínicos aparecerem, o que é essencial para o estabelecimento do plano de tratamento. Dentre os exames radiográficos disponíveis, a radiografia periapical é uma das principais técnicas utilizadas para o diagnóstico das reabsorções radiculares.

Objetivos: Avaliar a acurácia da radiografia periapical na observação de reabsorções radiculares, inflamatórias ou de substituição, em dentes traumatizados, assim como os terços radiculares acometidos, tendo como padrão de referência, imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). **Materiais e métodos:** Trata-se de um estudo retrospectivo, observacional, transversal realizado por meio de imagens de TCFC e radiografias periapicais digitais, pertencentes ao banco de imagens da PUCPR. A amostra foi composta por imagens radiográficas de 32 pacientes, totalizando 70 dentes avaliados. As imagens de TCFC foram avaliadas por um especialista em radiologia, treinado ($Kappa=0.86$) e as radiografias periapicais foram analisadas, separadamente, por outros dois especialistas. Para análise de concordância intra e interexaminador foi realizado teste Kappa. A interpretação das imagens foi realizada de acordo com os seguintes critérios: A- presença/ausência de reabsorção radicular. Quando presente, as reabsorções foram classificadas como: B- Inflamatória – interna; interna/externa; externa e por substituição. C- terço acometido (cervical, médio e apical). Foram avaliados os valores de sensibilidade, especificidade, preditivo positivo e preditivo negativo e acurácia. Para avaliar as diferenças estatísticas entre as radiografias periapicais em relação às imagens de TCFC na observação das reabsorções radiculares assim como para os tipos de reabsorções e terços acometidos, foi realizado o teste de McNemar. **Resultados:** As imagens de TCFC apresentaram 37 dentes com reabsorções radiculares, 27- reabsorção inflamatória (25 – externas e duas com comunicação interna/externa) e dez com reabsorção por substituição.

Em relação aos terços radiculares observou-se reabsorção em 54(06 cervicais, 16 médios e 32 apicais). Os valores do teste Kappa intraexaminadores variaram entre 0,85 e 0,92. As radiografias periapicais demonstraram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$), em relação às imagens de TCFC, para o terço médio (acurácia: 0,87) e reabsorção por substituição (acurácia: 0,87). Conclusão: As radiografias periapicais demonstraram uma boa acurácia na observação das reabsorções radiculares quando comparadas às imagens de TCFC.

Palavras - chave: Diagnóstico, Injúrias dentárias, Radiografia periapical digital, Reabsorção radicular, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular acontece de forma silenciosa, sem sintomatologia. Suas causas são diversas, podendo ser tanto fisiológicas: como o processo de exfoliação de dente decíduo; assim como patológicas: variando desde inflamação ou infecção; pressão causada por dentes retidos; massas tumorais ou cistos; movimento ortodôntico e sequelas de dentes traumatizados (1, 2, 3). Dentre as sequelas do traumatismo dentário, as reabsorções radiculares apresentam-se como uma das principais (4), acometendo aproximadamente 20% dos casos (5). A reabsorção radicular é a perda de tecido duro, cemento e dentina, resultando da ação de células odontoclásticas (6).

Os exames radiográficos podem revelar as reabsorções radiculares antes mesmo que os sintomas e sinais clínicos apareçam, o que é importante, especialmente, na elaboração do plano de tratamento (7). Dentre as várias modalidades de imagem, as radiografias periapicais são as mais utilizadas para observação das reabsorções radiculares (8-10).

A radiografia periapical é a técnica de escolha no acompanhamento de dentes traumatizados, sendo um dos exames mais acessíveis, uma vez que apresenta baixa dose de radiação e amplo uso na Odontologia (1, 11, 12). No entanto, apresenta limitações inerentes à toda técnica bidimensional, ou seja, dificuldade na observação da extensão e localização da área traumatizada, podendo subestimar a ocorrência dessas lesões, por não permitirem sua observação adequada nas superfícies vestibular e lingual (13, 14).

A interpretação radiográfica do processo de reabsorção é essencial no diagnóstico diferencial, tratamento e prognóstico do dente (15). Estudos utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), porém *ex vivos*, observaram a previsibilidade na observação da presença de reabsorções principalmente em relação aos terços radiculares. Todavia não demonstrando superioridade estatisticamente significantes da tomografia em relação aos terços médio e cervical (16, 17).

Poucos estudos clínicos (6, 18) avaliaram a acurácia das radiografias periapicais em relação à imagem de TCFC na observação de presença de reabsorções radiculares, como também ao tipo e localização das reabsorções em dentes traumatizados.

Sendo assim, os objetivos deste estudo foram avaliar a acurácia da radiografia periapical na observação de reabsorções radiculares, inflamatórias ou de substituição, em dentes traumatizados, assim como os terços radiculares acometidos, tendo como padrão de referência imagens de TCFC.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto deste estudo foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa da PUCPR, sob o número 1.967.861.

Trata-se de um estudo retrospectivo, transversal, observacional, realizado por meio de exames de TCFC e radiografias periapicais digitais pertencentes ao banco de imagens do serviço de radiologia da clínica de Odontologia da PUCPR. Foram interpretadas imagens de TCFC de pacientes que sofreram traumatismo dentário, incluindo concussão, subluxação, intrusão, extrusão, luxação lateral e avulsão seguida de reimplante entre os anos de 2013 a 2018.

Foram incluídos no estudo, pacientes com histórico de traumatismo em dentes anteriores, que apresentaram radiografias periapicais e tomografias computadorizadas de feixe cônico realizadas na mesma data. Como critérios de exclusão, dentes com rizogênese incompleta e imagens radiográficas e/ou tomográficas que apresentaram erro de técnica impossibilitando a interpretação.

A amostra foi composta por 90 prontuários. Aplicando-se os critérios de inclusão, 36 pacientes fizeram parte da amostra, gerando um total de 79 dentes. Destes, foram excluídos 04 pacientes (09 dentes por apresentarem rizogênese incompleta), totalizando 70 dentes avaliados, sendo acometidos por avulsão (23/32,9%), concussão (15/21,4%), extrusão (14/20,0%), luxação lateral (7/10,0%), subluxação (6/8,5%) e intrusão (5/7,1%).

Aquisição radiográfica

Todas as imagens de TCFC foram realizadas no aparelho Scanora (Soredex, Tussula, Finland) de acordo com o protocolo técnico padrão: plano oclusal paralelo ao solo e plano sagital perpendicular ao solo, campo de visão 60 x 60 mm³, 13 mAs, 90 kV, alto contraste, 4,5 segundos de exposição e voxel 0,13mm.

As radiografias periapicais foram realizadas no aparelho de radiografias intrabucais (Focus, Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brazil), 70kV, 07 mA e 0,12 segundos de exposição, utilizando-se um sensor de placa de fósforo (PSP) VistaScan blue DURR (DÜRR DENTAL SE, Bietigheim-Bissingenunit, Alemanha). Todas as radiografias foram realizadas utilizando-se posicionador radiográfico intrabucal (Indusbello, Londrina, Paraná, Brasil). Os sensores

PSP foram armazenados em envelopes à prova de luz durante a exposição e escaneados imediatamente após, usando o scanner VistaScan (DÜRR DENTAL SE, Bietigheim-Bissingenunit, Alemanha).

O modo de varredura de alta resolução foi selecionado no menu de configuração do scanner, conforme recomendado pelo fabricante.

Avaliação das imagens

TCFC

As imagens de TCFC, do banco de imagens, foram avaliadas por meio do software *On demand*® (Korea Cybermed Inc., Beotkkot-ro, Geumcheon-gu Seoul, Korea), em um monitor de cristal líquido, marca Dell, modelo Dell U2410, 24”, com resolução de 1920x1200px, por um especialista em Radiologia treinado. O examinador teve a flexibilidade de percorrer o volume inteiro de imagens para cada dente, em todos os planos (coronal, axial, sagital e cortes parassagittais) e ferramentas de contraste, brilho, intensidade e ampliação da imagem.

As imagens foram interpretadas de acordo com os seguintes critérios: A- Presença de reabsorção/ ausência de reabsorção. Quando presente, a reabsorção foi classificada quanto: B- Natureza (Inflamatória: interna, externa; e por substituição); C- Terço radicular acometido (cervical, médio e apical).

Com o objetivo de avaliar a concordância intraexaminador, 20 dias após as coletas, 30 imagens, aleatoriamente selecionadas, foram reavaliadas ($k=0,86$). Para os casos de dúvidas ou discordância, foram consultados dois especialistas.

Radiografias periapicais

Antes da análise, dois examinadores (um especialista em Endodontia e um radiologista) foram treinados quanto aos aspectos radiográficos das lesões de reabsorção e em seguida, por meio de radiografias periapicais de casos confirmados de reabsorção inflamatória externa, inflamatória interna e reabsorção por substituição. As avaliações foram realizadas separadamente, utilizando o software *Image J*® (*National Institute of Mental Health, USA*). A fim de avaliar a confiabilidade e a reprodutibilidade intraexaminadores, as análises foram repetidas após 20 dias, obtendo-se pontuação kappa > 0,85.

;Condições de avaliação

Todas as avaliações (radiografias e imagens TCFC) foram otimizadas usando o mesmo monitor de computador (Dell, modelo Dell U2410, 24", com resolução de 1920x1200px), com permissão para manipular brilho e contraste. Os observadores foram posicionados a uma distância de 50 cm a 70 cm do monitor, respeitando a altura dos olhos, em ambiente escuro e silencioso. A duração da sessão de interpretação não foi pré-definida, mas os examinadores foram instruídos a examinar 35 imagens (radiografias e imagens TCFC) em cada sessão para evitar fadiga visual (18).

Análise estatística

Os dados foram tabulados e analisados no software SPSS versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Os dados interexaminadores e intraexaminadores foram analisados por teste estatístico Kappa para as radiografias periapicais digitais e imagens TCFC. Os resultados da acurácia da radiografia digital como método de diagnóstico da reabsorção em relação às imagens de TCFC foram estimados pela sensibilidade, especificidade e os valores preditivos positivos e negativos. Para avaliar se existiam diferenças estatisticamente significantes entre as radiografias periapicais e TCFC, assim como para avaliar a significância das variáveis terço radicular e tipo da reabsorção, foi utilizado o teste não paramétrico das significâncias das mudanças de McNemar. Com base no tamanho da amostra foi calculado o poder observado entre cruzamento de TCFC e radiografias periapicais com presença e ausência de reabsorção, resultando em um valor maior a 99%. Um valor $p < 0,05$ foi considerado para indicar significância estatística em todos os testes.

RESULTADOS

Foram observadas imagens de nove (28,1%) pacientes do sexo feminino e 23 (72,9%) do sexo masculino com médias de idade $\pm 16,6$ e $\pm 15,7$, respectivamente. O tempo decorrido a partir data do trauma até a realização da imagem radiográfica variou entre um mês até 05 anos, sendo 23 (32,8%) casos de um a 03 meses, 11 (15,7%) entre um ano a três anos e 36 (51,5%) de três anos a 05 anos.

As imagens de TCFC demonstraram que dos 70 dentes avaliados, 37 (52,9%) dentes apresentaram reabsorção radicular, sendo 27 (72,9%) deles com presença de reabsorção inflamatória (25 (92,5%) - reabsorção inflamatória externa e dois (7,5%) -

reabsorção inflamatória com comunicação externa/interna) e 10(27,1%) com presença de reabsorção por substituição.

Em relação aos terços radiculares, houve presença de reabsorção em 54 (48,6%) terços, sendo 06 (11,1%) no terço cervical, 16 (29,6%) em terço médio e 32 (59,3%) em terço apical. Os diferentes tipos de reabsorção radicular são ilustrados nas figuras 1-3.

Para as interpretações das imagens radiográficas periapicais o valor de concordância (teste Kappa interexaminador) foi 0,79 e o valor do teste Kappa intra examinador variou entre 0,85 a 0,92, o que é considerado como substancial a excelente, de acordo com Landis e Koch (19).



Figura 1- Imagem de reabsorção inflamatória externa em incisivo lateral inferior direito, envolvendo a face mesial, com extensão para vestibular, em terço médio, causada por avulsão seguida de reimplante imediato, realizada após cinco anos da data do trauma. (a,b e c): Cortes tomográficos (coronal, parassagital e axial). (d) Radiografia periapical

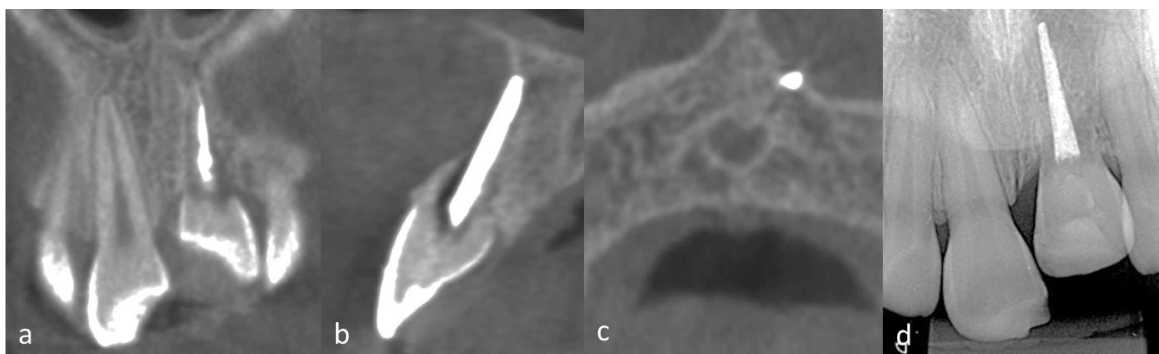


Figura 2. Imagem de reabsorção por substituição do incisivo central superior esquerdo, evidenciando reabsorção radicular envolvendo os três terços radiculares, cinco anos após avulsão seguida de reimplante tardio. (a,b e c): Cortes tomográficos (coronal, parassagital e axial). (d) Radiografia periapical



Figura 3. Reabsorção inflamatória com comunicação externa e interna do incisivo central superior esquerdo, localizada na face mesial, estendendo-se para vestibular, envolvendo os terços médio e cervical, nota-se ainda áreas de reabsorção externa no terço apical. Três anos de acompanhamento após avulsão seguida de reimplante imediato. (a,b e c): Cortes tomográficos (coronal, parassagital e axial). (d) Radiografia periapical.

Os valores de sensibilidade, especificidade, preditivo positivo, preditivo negativo e acurácia das radiografias periapicais na observação de presença de reabsorção radicular, utilizando como padrão de referência as imagens de TCFC, estão descritos na tabela 1 e a curva ROC na figura 4. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos ($p > 0,05$).

Tabela 1. Valores de curva ROC, sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia das radiografias periapicais em relação às imagens de TCFC, na observação de reabsorções radiculares.

Reabsorções radiculares	Avaliação	ROC Area	Desvio Padrão	Sens	Espec	VPP	VPN	Acurácia	P valor
	OBS 1	0,79	0,57	0,83	0,75	0,79	0,80	0,80	0,79
	OBS 2	0,85	0,49	0,86	0,84	0,86	0,84	0,85	1,00

Sens=sensibilidade; Espec=Especificidade; VPP=Valor preditivo positivo; VPN= Valor preditivo negativo.

McNemar test = ($p > 0,05$)

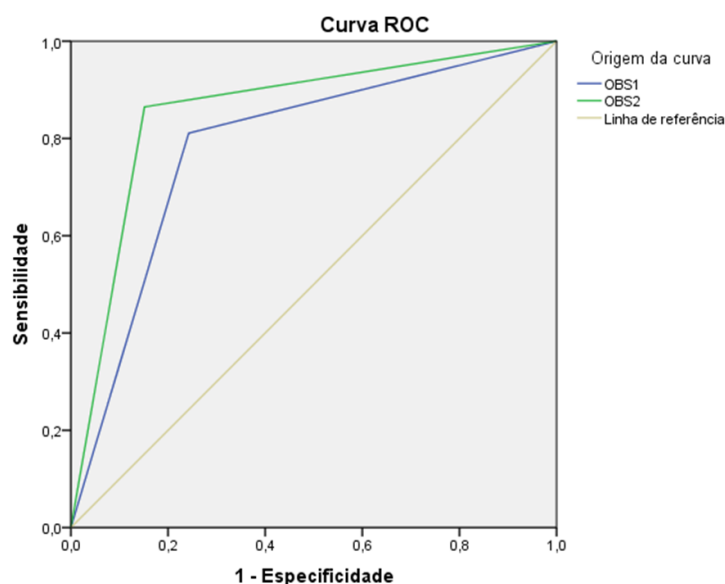


Figura 4. Análise da curva da radiografia periapical tendo como referência a TCFC (100% sensibilidade e especificidade).

A tabela 2 exibe os valores de sensibilidade, especificidade, preditivo negativo, preditivo positivo e acurácia observados nas radiografias periapicais relacionados aos terços acometidos pela reabsorção radicular quando comparados às imagens de TCFC. Houve diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos para o terço médio ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores de sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia das radiografias periapicais em relação às imagens de TCFC na observação dos terços acometidos de reabsorções radiculares.

Reabsorções radiculares	Avaliação	Sens	Espec	VPP	VPN	Acurácia	P valor
	Cervical						
	OBS 1	1,0	0,95	0,66	1,0	0,95	0,25
	OBS 2	1,0	0,93	0,60	1,0	0,94	0,12
	Médio						
	OBS 1	0,75	0,88	0,66	0,92	0,85	0,75
	OBS 2	0,50	1,0	1,0	0,87	0,87	0,00*
	Apical						
	OBS 1	0,71	0,70	0,67	0,74	0,70	0,82
	OBS 2	0,71	0,89	0,85	0,79	0,81	0,26

Sens=sensibilidade; Espec=Especificidade; VPP=Valor preditivo positivo; VPN= Valor preditivo negativo.

McNemar test:* Diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$)

Para os tipos de reabsorção, houve diferenças estatisticamente significantes apenas para os casos de reabsorção por substituição. Os valores estão descritos na tabela 3.

Tabela 3. Valores de sensibilidade, especificidade, VPP, VPN e acurácia das radiografias periapicais em relação às imagens de TCFC, na observação dos tipos de reabsorções radiculares.

Reabsorções radiculares	Avaliação	Sens	Espec	VPP	VPN	Acurácia	P Valor
Reabsorção inflamatória externa							
	OBS 1	0,84	0,73	0,63	0,89	0,77	0,07
	OBS 2	0,60	0,91	0,78	0,80	0,80	0,18
Reabsorção inflamatória externa/interna							
	OBS 1	0,50	0,98	0,50	0,98	0,87	1,00
	OBS 2	1,00	0,92	0,29	1,00	0,92	0,06
Reabsorção por substituição							
	OBS 1	0,50	1,00	1,00	0,92	0,92	0,06
	OBS 2	0,20	0,98	0,66	0,88	0,87	0,03*

Sens=sensibilidade; Espec=Especificidade; VPP=Valor preditivo positivo; VPN= Valor preditivo negativo.

McNemar test:* Diferenças estatisticamente significantes ($p<0,05$)

DISCUSSÃO

Neste estudo avaliou-se a acurácia da radiografia periapical em relação à TCFC na observação de reabsorções radiculares em dentes traumatizados, assim como, para os terços acometidos pela reabsorção e o tipo de reabsorção encontrada. Os resultados de sensibilidade e especificidade na avaliação da presença ou ausência de reabsorção, mostraram boa acurácia, apesar de inferiores ao padrão de referência, porém sem diferenças estatisticamente significantes. Sobre os terços envolvidos, a radiografia periapical apresentou acurácia significativamente inferior às imagens de TCFC para o terço médio. Para os tipos de reabsorção, houve diferença estatisticamente significativa das radiografias periapicais em relação às imagens de TCFC, para a reabsorção por substituição.

A sensibilidade de um exame é importante no diagnóstico da presença da doença, significando que, quando a imagem de reabsorção radicular estava presente na TCFC, ela também deveria ser observada na radiografia periapical. Por outro lado, a especificidade demonstra que quando a imagem de reabsorção radicular não está presente na TCFC, ela também não deve ser observada na radiografia periapical. Na avaliação de presença e ausência das reabsorções radiculares este estudo apresentou valores de sensibilidade da radiografia periapical variando entre 0,83 e 0,86 e de especificidade entre 0,75 a 0,84. Em nossa revisão da literatura, apenas dois estudos clínicos semelhantes a este foram encontrados, e os resultados obtidos foram próximos ao presente estudo, mostrando valores de sensibilidade entre 0,51 a 0,82 (6) e especificidade acima de 0,75 (6, 18).

Na atual pesquisa, a acurácia da radiografia periapical variou entre 0,80 e 0,85. Patel et al. 2009 (6) e Lima et al. 2016 (18) observaram valores variando entre 0,78 e 0,88 a 1,00 respectivamente. Os valores da área abaixo da curva ROC apresentaram-se maiores que 0,79. Segundo Metz 1989 (20) valores entre 0,75 a 0,80 mostram que o método avaliado é bastante aceitável como instrumento de diagnóstico. Em relação à presença e ausência de reabsorções radiculares, os resultados obtidos neste estudo não demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos de imagem.

É importante ressaltar que apenas classificar a presença das reabsorções radiculares não é suficiente, a localização da reabsorção, sua relação com o canal radicular e a sua extensão dessa lesão são fatores que estão relacionados diretamente ao prognóstico do dente (9, 21). Portanto, avaliou-se também a distribuição da localização das reabsorções por terços. Sendo assim, mesmo com acurácia de 0,87 as radiografias periapicais

mostraram diferenças estatisticamente significantes, quando comparadas à TCFC para as reabsorções em terço médio. Outros estudos, porém *ex vivo*, demonstraram superioridade da tomografia apenas para o terço apical (16, 17) já Andreasen et al.(8) demonstraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre os terços radiculares.

Sobre os tipos de reabsorção avaliadas, para os casos de reabsorções inflamatórias externas, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos. O valor da acurácia da radiografia periapical foi maior que 0,77. Abaixo dos resultados observados em estudos clínicos que encontraram resultados de 0,83 (6) e 0,87 (18), ambos com diferenças estatisticamente significantes. Em uma recente meta-análise (12), foi observada acurácia da radiografia periapical de 0,88 na avaliação de reabsorções externas, porém artificiais. Por outro lado, acima do observado por Durack et al. 2011 (2) e Deliga et al. 2018 (16), com resultados de 0,66 e 0,73, respectivamente.

Para os casos de reabsorção por substituição, houve diferença estatisticamente significativa para as radiografias periapicais em relação à TCFC, mesmo quando a radiografia periapical apresentou valor de acurácia de 0,87, o que pode ser explicado levando-se em consideração a baixa sensibilidade (0,20). Lima et al. (18) também avaliaram acurácia da radiografia periapical para os casos de reabsorções por substituição, e relataram que não observaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos de imagem, uma vez que tanto o valor da sensibilidade e de especificidade foram 1,0, consequentemente tendo acurácia de valor 1,0, porém avaliando uma amostra de 04 dentes. Em nosso estudo avaliamos 10 dentes com reabsorção por substituição.

Neste estudo nenhuma reabsorção interna foi observada, possivelmente pelo fato de a maioria dos dentes com indícios de reabsorção interna serem prontamente obturados. Foram encontrados apenas 02 casos, evidenciando comunicação com o meio externo, o qual foi classificado como reabsorção interna/externa. Para esses casos a sensibilidade foi relativamente baixa, uma vez que o número de casos não é substancial. No entanto a acurácia foi de 0,87 a 0,92, devido à alta especificidade para os dois examinadores. Um estudo clínico (6) revelou resultados semelhantes e com as mesmas características, sendo, baixa sensibilidade, alta especificidade e acurácia de 0,78.

Comparações com outros estudos são dificultadas pelo fato de que a maioria dos estudos disponíveis sobre acurácia dos exames radiográficos na identificação de reabsorções radiculares são realizados *ex vivo*, ou seja, utilizam cavidades artificialmente criadas (1, 2, 14, 22, 23). Um estudo (16) avaliou a acurácia dos métodos radiográficos na avaliação de reabsorções, observando dentes extraídos, com reabsorções naturais

encontradas por meio de microtomografia computadorizada. Todavia, ainda não condiz exatamente com a realidade clínica, uma vez que não reproduz fielmente tecidos moles e duros. Além disso, precisa-se levar em consideração que na prática clínica, o padrão ouro de observação está baseado na habilidade e experiência dos profissionais em reconhecer os indícios radiográficos de reabsorção.

Nesta pesquisa foram utilizadas radiografias digitais, com sensores de placa de fósforo, como em outros estudos (1, 17, 22, 23), uma vez que a radiografia digital oferece imagens mais definidas, tanto das coroas quanto das raízes, utilizando uma ampla escala de cinza, além da possibilidade de ajustes na imagem e baixas doses de radiação (7). No entanto, Masgarani et al. (22) relataram que não há diferenças estatisticamente significantes entre as radiografias convencionais e as radiografias digitais na observação das reabsorções radiculares. Todavia, independentemente do método digital ou convencional, a possibilidade de se detectar uma lesão por meio de radiografias pode ser afetada por muitas variações radiográficas e biológicas.

A angulação horizontal do feixe de raios X e condições de análise se interpõem às variáveis inerentes ao paciente, à localização do defeito e à posição anatômica dos dentes (24). Para compensar essas limitações, métodos de dissociação de imagens devem ser realizados, apesar de ainda assim, demonstrarem menor acurácia em relação à TCFC (9,16). Neste estudo por se tratar de imagens de um banco de imagens utilizou-se apenas as radiografias realizadas em posição orto radial assim como no estudo de Lima et. al (18).

Apesar das limitações da radiografia periapical, como dito anteriormente, valores de acurácia superiores a 0,75 demonstram que essa ferramenta de diagnóstico é bastante eficiente (20). Portanto pacientes com suspeita de reabsorções radiculares podem ser examinados primeiramente por este método. Se não for possível estabelecer o diagnóstico, a TCFC deve ser utilizada para maiores esclarecimentos (12).

A TCFC é cada vez mais utilizada na Odontologia, porém, sua alta dose de radiação, quando comparada aos exames periapicais, limitam seu uso a uma boa e justificada indicação clínica (25). De acordo com a Comissão Europeia de Radiologia (26), a TCFC é uma ferramenta extremamente útil e deve ser utilizada quando sua indicação interferir no plano de tratamento, sempre respeitando o princípio ALARA (*as low as reasonably achievable*).

Alguns pontos desse estudo precisam ser ressaltados. Por se tratar de um estudo *in vivo*, baseia-se na observação e experiência dos examinadores, fato esse que é sustentado pelo excelente resultado obtido no teste de concordância. Isso reflete a realidade encontrada no cotidiano da clínica odontológica, uma vez que o padrão ouro, utilizado nos estudos *ex vivo*, não é uma opção, sendo impossível de ser obtido. Outro ponto importante, está relacionado à amostra, por ser proveniente de um banco de imagens e tendo como critério a imagem digital e tomografia realizadas no mesmo dia, não há padronização de tempo decorrido a partir da data do trauma até o momento da realização do exame de TCFC. Em nosso estudo, avaliamos imagens adquiridas com um mês até 05 anos após o trauma, o que pode ter contribuído para uma melhor visualização da reabsorção nos exames periapicais, uma vez que segundo Patel et al., lesões iniciais podem não ser diagnosticadas por esse método, corroborando com os dados encontrados em nossa amostra, em que 32,8% das imagens foram realizadas até 03 meses e 67,2% entre 01 a 05 anos após o trauma.

Diante do exposto, estes resultados apontam que a radiografia periapical é útil na observação de reabsorções radiculares, respeitando-se suas limitações. Uma melhor visualização e reconhecimento da reabsorção, possibilita um melhor planejamento do tratamento, podendo ajudar o profissional a intervir adequadamente, proporcionando melhor prognóstico e minimizando os riscos de futuras complicações.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que as radiografias periapicais, apresentaram boa acurácia em relação à observação da presença de reabsorção radicular quando comparadas às imagens TCFC.

REFERÊNCIAS

1. Creanga AG, Geha H, Sankar V, Teixeira FB, McMahan CA, Noujeim M. Accuracy of digital periapical radiography and cone-beam computed tomography in detecting external root resorption. *Imaging Sci Dent*. 2015;45(3):153-8.
2. Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the

detection of simulated external inflammatory root resorption. *Int Endod J.* 2011;44(2):136-47.

3. Andreasen FM, Pedersen BV. Prognosis of luxated permanent teeth--the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol.* 1985;1(6):207-20.

4. Soares AJ, Souza GA, Pereira AC, Vargas-Neto J, Zaia AA, Silva EJ. Frequency of root resorption following trauma to permanent teeth. *J Oral Sci.* 2015;57(2):73-8.

5. Majorana A, Pasini S, Bardellini E, Keller E. Clinical and epidemiological study of traumatic root fractures. *Dent Traumatol.* 2002;18(2):77-80.

6. Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an *in vivo* investigation. *Int Endod J.* 2009;42(9):831-8.

7. Saccomanno S, Passarelli PC, Oliva B, Grippaudo C. Comparison between Two Radiological Methods for Assessment of Tooth Root Resorption: An In Vitro Study. *Biomed Res Int.* 2018;2018:5152172.

8. Andreasen JO. Experimental dental traumatology: development of a model for external root resorption. *Endod Dent Traumatol.* 1987;3(6):269-87.

9. Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J.* 2007;40(10):818-30.

10. 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(3):326-31.

11. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol.* 2007;23(2):66-71.

12. Yi J, Sun Y, Li Y, Li C, Li X, Zhao Z. Cone-beam computed tomography versus periapical radiograph for diagnosing external root resorption: A systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod.* 2017;87(2):328-37.

13. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007;33(9):1121-32.

14. Madani Z, Moudi E, Bijani A, Mahmoudi E. Diagnostic Accuracy of Cone-Beam Computed Tomography and Periapical Radiography in Internal Root Resorption. *Iran Endod J.* 2016;11(1):51-6.

15. Cohenca N, Silberman A. Contemporary imaging for the diagnosis and treatment of traumatic dental injuries: A review. *Dent Traumatol*. 2017;33(5):321-8.
16. Deliga Schröder Â, Westphalen FH, Schröder JC, Fernandes Â, Westphalen VPD. Accuracy of Digital Periapical Radiography and Cone-beam Computed Tomography for Diagnosis of Natural and Simulated External Root Resorption. *J Endod*. 2018;44(7):1151-8.
17. Shokri A, Mortazavi H, Salemi F, Javadian A, Bakhtiari H, Matlabi H. Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. *Biomed J*. 2013;36(1):18-22.
18. Lima TF, Gamba TO, Zaia AA, Soares AJ. Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Aust Dent J*. 2016;61(4):425-31.
19. Landis JR KG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*1977. p. 159-74.
20. Metz CE. Some practical issues of experimental design and data analysis in radiological ROC studies. 24 ed: *Investigative Radiology* 1989. p. 234-45.
21. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbals G, Mickevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod*. 2014 Dec;40(12):1895-901.
22. Mesgarani A, Haghanifar S, Ehsani M, Yaghub SD, Bijani A. Accuracy of conventional and digital radiography in detecting external root resorption. *Iran Endod J*. 2014;9(4):241-5.
23. Vaz de Souza D, Schirru E, Mannocci F, Foschi F, Patel S. External Cervical Resorption: A Comparison of the Diagnostic Efficacy Using 2 Different Cone-beam Computed Tomographic Units and Periapical Radiographs. *J Endod*. 2017;43(1):121-5.
24. Lee SJ, Messer HH. Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. 19 ed: *Int Endod J*; 1986. p. 64-72.
25. Pauwels R. Cone beam CT for dental and maxillofacial imaging: dose matters. *Radiat Prot Dosimetry*. 2015;165(1-4):156-61.
26. European, Commission. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology: Evidence Based Guidelines, Radiation Protection Publication 172. Radiation Protection Publication 2012.

Accuracy of periapical radiography for detection of root resorption in traumatized permanent anterior teeth.

Alessandra Soares Ditzel^a

Ana Paula Tulio Manfron^b

Angela Graciela Deliga Schroder^a

Marisa Nogueira Alencar^a

Fernando Henrique Westphalen^c

Vânia Portela Ditzel Westphalen ^{d*}

^aPhD student, Department of Oral Radiology, School of Life Sciences, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, Paraná, Brazil

^b School of Dentistry, Faculdade Herrero. Curitiba, Paraná, Brazil

^cDepartment of Stomatology, School of Dentistry, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, Brazil

^dDepartment of Endodontics, School of Life Sciences, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, Paraná, Brazil

^{d*}Address: Rua Pasteur, 486/401, Curitiba - Paraná - Brasil - CEP 80250-080
Eletronic address: vania.westphalen@pucpr.br

Running Tittle: Periapical radiography for detection of root resorption in traumatized teeth

ALL THE AUTHORS HAVE NO ANY FINANCIAL SUPPORT

Acknowledgements:

We thank professor PhD Sergio Ignacio, Department of Statistics- School of Life Sciences, Pontificia Universidade Católica do Paraná and Kassandra Assolari Costa, Department of Radiology, for their assistance and contribution in this research.

Abstract

Background/Aim: Radiographic examinations can detect root resorptions before symptoms and clinical signs, which is especially important in treatment planning. Among the various imaging modalities, periapical radiography is commonly used for detect root resorptions. This study evaluated the accuracy of digital periapical radiography, in presence of inflammatory or replacement root resorption in traumatized teeth and the root thirds, using Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images as reference standard.

Methods and materials: This observational cross-sectional study performed 70 CBCT images and digital periapical radiography obtained from database. The CBCT images were evaluated by a trained specialist radiologist ($k = 0.86$) and periapical radiographs were analysed, separately, by two trained examiners (one endodontic specialist and one radiologist). The inter-rater and intra-rater assessment data were analyzed by weighted kappa statistics for digital periapical radiographs and CBCT images. The analysis was according to following criteria: A: Presence/absence of resorption and was classified as: B: Inflammatory: internal, external, internal /external and by replacement; C-Root third affected (cervical; midroot and apical regions). The sensitivity, specificity, predictive positive and predictive negative and accuracy values were determined. In order to evaluate the statistically significant differences between CBCT and periapical radiographs, as well as the statistical significance of root third variables and resorption type, were determined by McNemar test.

Results: CBCT images showed 37 teeth resorption, 27- inflammatory resorption (25 - external inflammatory resorption and two - external / internal inflammatory resorption) and 10 by replacement, with presence in 54 thirds root (06 cervical, 16 middle and 32 apical). The intra-rater kappa values for digital periapical radiographs ranged from 0.85 to 0.92. Significant difference ($p < 0.05$) was observed for middle third (accuracy: 0.87) and replacement resorption (accuracy: 0.87), in periapical

radiographs. Conclusion: The periapical radiographs presented good accuracy in relation to the presence of resorption when compared to the CBCT.

Keywords: Cone Beam Computed Tomography, Dental digital radiography, Diagnosis, Root resorption, Tooth injuries.

Introduction

The root resorption process happens without any symptoms, is physiological as well as pathological: ranging from inflammation or infection; pressure caused by retained teeth; tumor and cysts; orthodontic movement (1) and sequelae of traumatized teeth (2, 3). After dental traumas, one of the most frequent complications is root resorption (4) affecting approximately 20% of the cases (5). Root resorption is the loss of hard dental tissue, cementum and dentin, result of the action of odontoclastic cells (6).

Periapical radiography can detect root resorptions before symptoms and clinical signs, which is especially important in treatment planning (7). Among the various imaging modalities, periapical radiography is commonly used for detect root resorptions (8-10).

Periapical radiography is the imaging system of choice for accessing and following up traumatized teeth, being accessible, low radiation dose and commonly used option in Dentistry (1, 11, 12). However, this technique presents limitations inherent to geometric distortion and anatomical noise, underestimate the occurrence of these lesions, without adequate observation on the vestibular and lingual surfaces (13, 14).

The radiographic interpretation is essential to the treatment and prognosis of the tooth (15). Studies using cone beam computed tomography (CBCT), in *ex vivo*, observed the predictability in observation of presence of resorption and relation to root thirds, demonstrating no superiority of CBCT images in observation of cervical and middle third (16, 17). Until now, few clinical studies (6, 18) have evaluated the accuracy of periapical radiographs in relation to the CBCT images in observation of root resorption, related to the presence, as well as, type and location of resorptions in traumatized teeth.

Due this fact, the objectives of this study were to evaluate the accuracy of digital periapical radiography, in the presence of inflammatory or replacement root resorption in traumatized teeth and the root thirds, with CBCT images as reference standard.

Methods and materials

This research was approved by local ethical committee (protocol 1.967.861). This is retrospective, observational cross-sectional study performed by CBCT images and digital periapical radiography obtained from database at the Radiology Department of PUCPR. Were interpreted images of patients who suffered dental trauma in anterior teeth, including concussion, intrusive luxation, extrusive luxation, subluxation, lateral dislocation and avulsion followed by replantation, from 2013 to 2018.

The inclusion criteria were patients with history of trauma in anterior teeth presented periapical radiographs and CBCT images performed on the same date. As exclusion criteria, teeth with immature apices and radiographic and/or CBCT images presented a technique error.

A total of 32 patients (70 teeth) CBCT images and periapical radiographs were analyzed. The sample consisted of 90 records. Applying the inclusion criterias a total of 36 patientes (79 teeth). Four patients were excluded (09 teeth with immature apices), totalizing 70 teeth, affected by avulsion (23/32.9%), concussion (15/21.4%), extrusion (14/ 20.0%), lateral dislocation (7/10.0%), subluxation (6/8.5%) and intrusion (5/7.1%).

Radiographic technique

All CBCT images were performed using a Scanora 3D scanner (Soredex, Tussula, Finland) according to the standard technical protocol: occlusal plane parallel to the floor and sagittal plane perpendicular to floor, FOV 60 x 60 cm³, 13 mAs, 90 kV, high contrast, 4.5 seconds exposure and voxel 0.13mm. The periapical radiography were performed using a dental X -ray machine Focus (Kavo, Joinville, Santa Catarina, Brazil), 70kV, 07 mA and 0,12s, with a phosphor plate sensor (PSP) VistaScan blue (DÜRR DENTAL SE,

Bietigheim-Bissingenunit, Germany). All radiographs were performed using intraoral positioners and bisecting angle technique.

Images analysis

CBCT

The CBCT images were evaluated using On-Demand[®] software (Korea Cybermed Inc., Beotkakot-ro, Geumcheon-gu Seoul, Korea) performed on a 24-inch monitor screen (Dell, Round Rock, TX) with a pixel resolution of 1920x1200.

The images were evaluated by a trained radiologist (radiology specialist). The examiner also had access to the raw CBCT data, allowing them to scroll through any of the orthogonal scans.

The analysis was according to following criteria: A- Presence of resorption/ Absence of resorption. Resorption was classified as: B- Nature (Inflammatory internal, external, internal and external; by replacement); C-Root third affected (cervical; midroot and apical regions)

In order to evaluate intra-examiner agreement, 30 randomly selected images were re-evaluated ($k = 0.86$), 20 days later. In cases of disagreement, two experts (radiology and endodontic) with more than 25 years of experience were consulted

Periapical radiographs

Before the analysis, two examiners (one endodontic specialist and one radiologist) were reminded of salient features of resorption lesions. After, the examiners were trained using digital periapical radiographs of confirmed cases of external inflammatory, internal inflammatory and replacement resorption. Evaluations of periapical radiographs were performed separately, using ImageJ[®] software (National Institute of Mental Health,

USA). In order to evaluate intra-examiner reliability and reproducibility, the analysis were repeated after 20 days obtaining Kappa test score of > 0.85 . The inter examiner Kappa test score was 0,79. The evaluation of the digital images were performed on a 24-inch monitor screen (Dell, Round Rock, TX) with a pixel resolution of 1920x1200, with permission to manipulate brightness and contrast.

Data analysis

The results were tabulated and analyzed using SPSS software version 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The inter-rater and intra-rater assessment data were analyzed by weighted kappa statistics for digital periapical radiographs and CBCT images. The sensitivity, specificity, negative predictive, positive predictive and accuracy values were determined. In order to evaluate the significance differences between CBCT and periapical radiographs, as well as the significance of root third variables and resorption type, were determined by McNemar test. Based sample size, the test power was 99%, between CBCT and periapical radiographs in relation to the presence and absence of resorption. A p value <0.05 was considered to indicate statistical significance in all tests.

Results

Were observed 9 (28.1%) female and 23 (72.9%) male patients with mean ages ± 16.6 and ± 15.7 , respectively. The period between the date of trauma until radiographic image ranged from 01 month to 05 years, 23 (32.8%) cases from 01 to 03 months, 11 (15.7%) from 01 year to 03 years. and 36 (51.5%) from 03 years to 05 years.

CBCT images showed of the 70 teeth evaluated, 37 (52.9%) teeth had root resorption, being 27 (72.9%) with inflammatory resorption (25 (92.5%) - external

inflammatory resorption and 02 (7.5%) with inflammatory resorption external / internal communication) and 10 (27.1%) by replacement resorption.

Regarding root thirds, root resorption was present in 54 (48.6%) thirds, 06 (11.1%) in the cervical third, 16 (29.6%) in the middle third and 32 (59.3%) in apical third. The different types of root resorption are showed in figures 1-3.

The inter-rater weighted kappa values for the digital periapical radiographs was 0,79 and intra-rater kappa values ranged from 0.85 to 0.92, which is considered substantial to excellent, according to Landis and Koch (19).

The values of sensitivity, specificity, negative predictive, positive predictive and accuracy of periapical radiographs in observation to the presence of root resorption, using CBCT images as reference standard, are described in Table 1 and ROC curve (Figure 4). No statistical difference was noted between the results of two methods.

The sensitivity, specificity, negative predictive, positive predictive, related to the type of root resorption in periapical radiographs was described in table 3. Statistical difference between methods was noted for replacement resorption.

Discussion

In the present study, diagnostic accuracy of digital periapical radiography, in the presence of inflammatory or replacement root resorption in traumatized teeth and the root thirds, with CBCT images as reference standard was investigated. The sensitivity and specificity results of presence or absence of resorption in periapical radiographs, showed acceptable accuracy and lower than reference standard. In relation to thirds, significant differences related cervical thirds were noted when compared to CBCT images. For types of resorption, significant difference was noted in periapical radiographs for replacement resorption.

The sensitivity is important in diagnosis of presence, meaning that when root resorption was present in CBCT images, it should also be observed in periapical radiographs. On the other hand, specificity demonstrates there is no root resorption in CBCT image, it should also not be observed in periapical radiographs. Related to the presence and absence of root resorption, this study showed sensitivity values ranging from 0.83 to 0.86 and specificity between 0.75 and 0.84 in periapical radiographs. In our literature review, only two clinical studies were found showed results similar to this study, with sensitivity values ranging from 0.51 to 0.82 (6) and specificity superior to 0, 75(6, 18) .

In this study the accuracy of periapical radiographs ranged from 0.80 to 0.85. Patel et al.(6) and Lima et al. (18) observed results ranging from 0.78 and 0.88 to 1.00 respectively. The values of the area under the ROC curve were higher than 0.79. According to Metz (20), values between 0.75 and 0.80 showed as acceptable method of diagnostic. Regarding the presence and absence of root resorption, this study showed no significant difference between methods.

It is important to emphasize the location of resorption, its relationship with root canal and extension of this lesion are factors that are directly related to the prognosis of the tooth (6, 9, 21). Therefore, the distribution of location of these resorptions by thirds were also evaluated. Even with accuracy of 0.87, periapical radiographs showed significant difference when compared to CBCT, for resorptions in the middle third. Other studies, in *ex vivo*, demonstrated superiority of CBCT only for apical third(16, 17). Andreasen et al.(8) demonstrated that there were no statistical difference between thirds.

Regarding the types of resorption, in cases of external inflammatory resorptions, no significant differences were observed between the methods. The accuracy of periapical radiographs was 0.77, lower than observed in others clinical studies, 0.83 (6) and 0.87

(18), both with significant differences. In a recent meta-analysis (12), was presented a periapical radiograph accuracy of 0.88 in evaluation of artificial external resorptions. On the other hand, superior that was observed by Durack et al.(2) and Deliga Schroder et al. (16), with showed results of 0.66 and 0.73, respectively.

In replacement resorption, there were significant differences for periapical radiographs in relation to CBCT images, even when periapical radiograph showed an accuracy of 0.87, that could be explained by the low sensitivity (0.20). Lima et al.(18) also evaluated the accuracy of periapical radiographs in cases of replacement resorptions, and reported no statistical differences in relation to CBCT images, since both values (sensitivity and specificity) were 1.0, in a sample of 4 teeth. In the present study were evaluated 10 teeth with replacement resorption.

In this study no internal resorption was observed, possible because most of teeth had endodontic treatment. Only 02 cases were found, evidencing communication with the bone tissue, which was classified as internal / external resorption. In these cases the sensitivity was relatively low and no substantial number of cases. However, the accuracy was 0.87 and 0.92, due to the high specificity for all examiners. A clinical study(6) revealed similar results with the same characteristics, low sensitivity, high specificity and accuracy of 0.78.

Comparisons of other studies are interfered by the fact that most of studies of root resorptions accuracy are performed in *ex vivo*, using artificial cavities (1, 2, 14, 22, 23). A recent study (16) evaluated the accuracy of radiographic methods for observation of root resorptions in extracted teeth with natural resorptions using microCT. However, it still not exactly clinical reality, it does not reproduce real soft and hard tissues. In addition, it is necessary to take into account that in clinical practice, the gold standard of observation is based on the professionals ability and experience in recognizing radiographic evidence of

resorption. Due to this fact, in this study images interpretation was performed by endodontist and radiologist.

In this research, digital periapical radiographs with phosphorus plate sensors were used as reported by others studies (1, 17, 22, 23). The digital periapical radiography offers more definition images, possibility of adjustments and low doses of radiation (7). Although, Masgarani et al.(22) reported there are no significant differences between conventional periapical radiographs and digital periapical radiographs in observation of root resorption. However, regardless the method, possibility of detecting a lesion in periapical radiographs can be affected by many radiographic and biological variations.

The horizontal angulation of the X-ray beam and analysis conditions are interposed to variables inherent to the patient, location and the anatomical position of the teeth (24). To compensate limitations, methods of image dissociation must be performed, although they still show lower accuracy in relation to CBCT images (9). This study using a database of images, only with periapical radiographs performed in ortho-radial position, as in the study reported by Lima et. al.(18).

Despite the limitations, accuracy of periapical radiographs showed values superior than 0,80, demonstrating efficiency of the method (20) , so patients with suspicion of root resorptions can be performed first by this method, but, if a diagnosis can not be established, CBCT should be require for further clarification (12) .

CBCT is increasingly used in Dentistry, but its high dose of radiation, when compared to periapical radiography, limit its using to a good and justified clinical indication(25). According to European Comission(26), CBCT is an extremely useful tool and should be used when its indication could change the treatment planning, improving the prognosis of the case to be performed, according to the ALARA principle (as low as reasonably possible).

Can also highlight, as it is an *in vivo* study, based on observation of the examiners, (supported by the excellent result obtained in the agreement test), showed the reality experience in the dental clinic daily routine, since gold standard used *in vitro* studies is impossible to obtain. Another important point of view is related to the sample, because it comes from a data base, there is no standardization time of periods from the date of trauma until the date of CBCT acquisition. In this study, were evaluated images from 1 month to 5 years after the trauma, which may have contributed for a better visualization of resorption in periapical radiographs. According to Patel et al., initial lesions may not be diagnosed by this method. In our sample, the data found were 32.8% until 03 months and 67.2% between 01 and 05 years after the trauma

Due to this reason, these results indicate that periapical radiography is useful in diagnosis of root resorption, respecting its limitations. Better observation and recognize of root resorption allows better treatment planning, which can help the professional, providing a better prognosis and minimizing the risks of future complications.

In conclusion, the periapical radiographs, in this study, presented good accuracy in relation to the presence of resorption when compared to the CBCT.

References

1. Creanga AG, Geha H, Sankar V, Teixeira FB, McMahan CA, Noujeim M. Accuracy of digital periapical radiography and cone-beam computed tomography in detecting external root resorption. *Imaging Sci Dent*. 2015;45(3):153-8.
2. Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *Int Endod J*. 2011;44(2):136-47.
3. Andreasen FM, Pedersen BV. Prognosis of luxated permanent teeth the development of pulp necrosis. *Endod Dent Traumatol*. 1985;1(6):207-20.

4. Soares AJ, Souza GA, Pereira AC, Vargas-Neto J, Zaia AA, Silva EJ. Frequency of root resorption following trauma to permanent teeth. *J Oral Sci.* 2015;57(2):73-8.
5. Majorana A, Pasini S, Bardellini E, Keller E. Clinical and epidemiological study of traumatic root fractures. *Dent Traumatol.* 2002;18(2):77-80.
6. Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation. *Int Endod J.* 2009;42(9):831-8.
7. Saccomanno S, Passarelli PC, Oliva B, Grippaudo C. Comparison between Two Radiological Methods for Assessment of Tooth Root Resorption: An In Vitro Study. *Biomed Res Int.* 2018;2018:5152172.
8. Andreasen JO. Experimental dental traumatology: development of a model for external root resorption. *Endod Dent Traumatol.* 1987;3(6):269-87.
9. Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J.* 2007;40(10):818-30.
10. 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(3):326-31.
11. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, Bakland LK, Malmgren B, Barnett F, et al. Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol.* 2007;23(2):66-71.
12. Yi J, Sun Y, Li Y, Li C, Li X, Zhao Z. Cone-beam computed tomography versus periapical radiograph for diagnosing external root resorption: A systematic review and meta-analysis. *Angle Orthod.* 2017;87(2):328-37.
13. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007;33(9):1121-32.
14. Madani Z, Moudi E, Bijani A, Mahmoudi E. Diagnostic Accuracy of Cone-Beam Computed Tomography and Periapical Radiography in Internal Root Resorption. *Iran Endod J.* 2016;11(1):51-6.
15. Cohenca N, Silberman A. Contemporary imaging for the diagnosis and treatment of traumatic dental injuries: A review. *Dent Traumatol.* 2017;33(5):321-8.
16. Deliga Schröder Â, Westphalen FH, Schröder JC, Fernandes Â, Westphalen VPD. Accuracy of Digital Periapical Radiography and Cone-beam Computed Tomography for

Diagnosis of Natural and Simulated External Root Resorption. *J Endod.* 2018; 44(7):1151-8.

17. Shokri A, Mortazavi H, Salemi F, Javadian A, Bakhtiari H, Matlabi H. Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. *Biomed J.* 2013;36(1):18-22.

18. Lima TF, Gamba TO, Zaia AA, Soares AJ. Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Aust Dent J.* 2016;61(4):425-31.

19. Landis JR KG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*1977. p. 159-74.

20. Metz CE . Some practical issues of experimental design and data analysis in radiological ROC studies. 24 ed: *Investigative Radiology* 1989. p. 234-45.

21. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbalys G, Mickevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod.* 2014 Dec;40(12):1895-901..

22. Mesgarani A, Haghanifar S, Ehsani M, Yaghub SD, Bijani A. Accuracy of conventional and digital radiography in detecting external root resorption. *Iran Endod J.* 2014;9(4):241-5.

23. Vaz de Souza D, Schirru E, Mannocci F, Foschi F, Patel S. External Cervical Resorption: A Comparison of the Diagnostic Efficacy Using 2 Different Cone-beam Computed Tomographic Units and Periapical Radiographs. *J Endod.* 2017;43(1):121-5.

24. Lee SJ, Messer HH. Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. 19 ed: *Int Endod J*; 1986. p. 64-72.

25. Pauwels R. Cone beam CT for dental and maxillofacial imaging: dose matters. *Radiat Prot Dosimetry.* 2015;165(1-4):156-61.

26. European, Commission. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology: Evidence Based Guidelines, Radiation Protection Publication 172. Radiation Protection Publication 2012.

Tables

Table 1. ROC Area, sensitivity, specificity, negative predictive, positive predictive and accuracy related to the presence of root resorptions in periapical radiographs

Root Resorption		ROC Area	St Desv	Sens	Espec	PPV	NPV	Accuracy	P value
	OBS 1	0.79	0.57	0.83	0.75	0.79	0.80	0.80	0.79
	OBS 2	0.85	0.49	0.86	0.84	0.86	0.84	0.85	1.00

St Desv= Standard deviation, Sens=sensibility; Espec=Especificity; PPV= Positive predictive value; NPV= Negative predictive value.

McNemar test= $p > 0.05$

Table 2. Sensitivity, specificity, negative predictive, positive predictive and accuracy related to the third root in periapical radiographs.

Root Resorption	Third	Sens	Espec	PPV	NPV	Accuracy	P value
	Cervical						
	OBS 1	1.0	0.95	0.66	1.0	0.95	0.25
	OBS 2	1.0	0.93	0.60	1.0	0.94	0.12
	Middle						
	OBS 1	0.75	0.88	0.66	0.92	0.85	0.75
	OBS 2	0.50	1.0	1.0	0.87	0.87	0.00*
	Apical						
	OBS 1	0.71	0.70	0.67	0.74	0.70	0.82
	OBS 2	0.71	0.89	0.85	0.79	0.81	0.26

Sens=sensibility; Espec=Especificity; PPV= Positive predictive value; NPV= Negative predictive value.

McNemar test=* $p < 0.05$

Table 3. Sensitivity, specificity, positive predictive, negative predictive and accuracy related to the type of resorption in periapical radiographs.

Root Resorption	Sens	Espec	PPV	NPV	Accuracy	P Value
External resorption						
OBS 1	0.84	0.73	0.63	0.89	0.77	0.07
OBS 2	0.60	0.91	0.78	0.80	0.80	0.18
External/internal resorption						
OBS 1	0.50	0.98	0.50	0.98	0.87	1.00
OBS 2	1.00	0.92	0.29	1.00	0.92	0.06
Replacement resorption						
OBS 1	0.50	1.00	1.00	0.92	0.92	0.06
OBS 2	0.20	0.98	0.66	0.88	0.87	0.03*

Sens=sensitivity; Espec=Specificity; PPV= Positive predictive value; NPV= Negative predictive value.

McNemar test= *p<0.05

Figures



Figure 1- Image of external inflammatory resorption in right lower lateral incisor, involving the mesial surface, with vestibular extension, in middle third, caused by avulsion followed by immediate replantation, performed five years after the trauma date. (a, b and c): CBCT reconstructed (coronal, parasagittal and axial). (d) Periapical radiography.

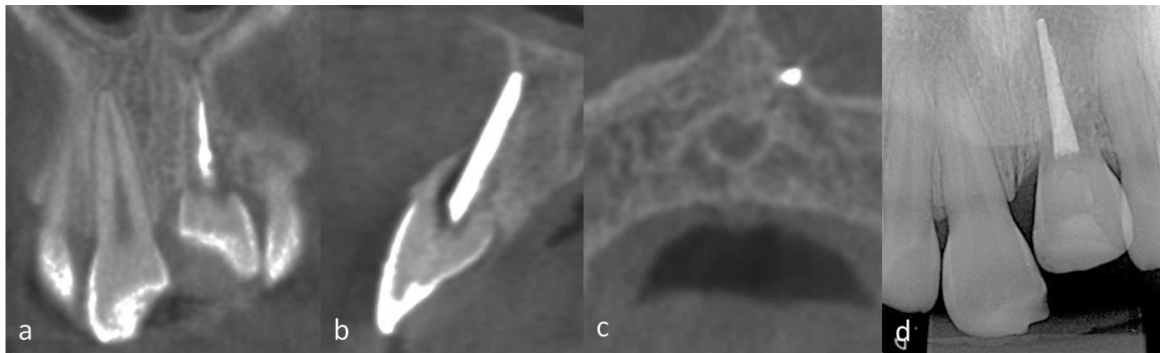


Figure 2. Image of replacement resorption of left upper central incisor, showing resorption involving three-thirds root, five years after avulsion trauma followed by late replantation. (a, b and c): CBCT reconstructed (coronal, parasagittal and axial). (d) Periapical radiography.



Figure 3. External and internal inflammatory root resorption of left upper central incisor, located on mesial surface, extending to the buccal, involving middle and cervical thirds. Presence of areas with external resorption in apical third. Three years follow-up after avulsion followed by immediate replantation. (a, b and c): CBCT reconstructed (coronal, parasagittal and axial). (d) Periapical radiography

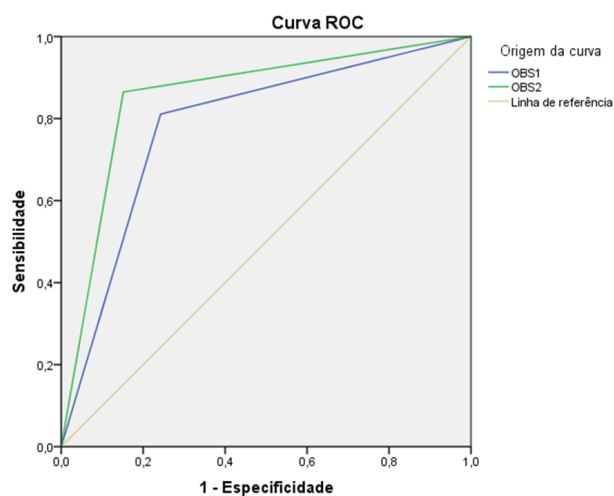
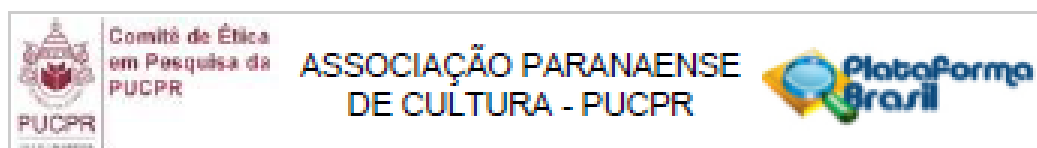


Figure 4. ROC curve analysis of periapical radiography. Reference = CBCT (100% sensitivity and specificity).

ANEXOS

Parecer de comitê de ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação radiográfica e tomográfica de dentes traumatizados

Pesquisador: ANGELA GRACIELA DELIGA SCHRODER

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 64735717.1.0000.0020

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.957.851

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo cross-sectional será realizado envolvendo a análise 300 prontuários de pacientes que procuraram o serviço de Pronto Atendimento e disciplina de Clínica Integrada em Traumatologia Dento-alveolar do Curso de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o perfil dos pacientes atendidos no Pronto Atendimento e disciplina de Clínica Integrada em Traumatologia Dento-alveolar do Curso de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, por meio de um levantamento epidemiológico, avaliando: As características dos pacientes atendidos segundo o sexo e a faixa etária; A prevalência das lesões alvéolo-dentárias envolvendo a dentição permanente e o estágio de desenvolvimento radicular; Local onde foi realizado o pronto-atendimento, o fator etiológico e o número de elementos dentários envolvidos; o período de preservação

Comparar nos dentes traumatizados a presença de reabsorção radicular por meio de radiografias periapicais e tomografia computadorizada por feixe cônico.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos previstos e preservados. Benefícios previstos.

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho CEP: 80.215-901
UF: PR Município: CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 Fax: (41)3271-2103 E-mail: nep@pucpr.br

Continuação do Parecer: 1.967.001

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante com objetivos claros e metodologia adequada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos de apresentação obrigatória adequados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto atende os requisitos éticos necessários para a sua realização.

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 466/12, 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 ementas 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.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço:	Rua Imaculada Conceição 1155			
Bairro:	Prado Velho	CEP:	80.215-901	
UF:	PR	Município:	CURITIBA	
Telefone:	(41)3271-2103	Fax:	(41)3271-2103	E-mail: nep@pucpr.br

Continuação do Parecer: 1.667.001

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_839989.pdf	13/02/2017 17:43:30		Aceito
TGE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo.pdf	13/02/2017 17:42:44	ANGELA GRACIELA DELIGA SCHRODER	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto.pdf	13/02/2017 17:36:54	ANGELA GRACIELA DELIGA SCHRODER	Aceito
Folha de Rosto	Folha.pdf	13/02/2017 17:30:54	ANGELA GRACIELA DELIGA SCHRODER	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

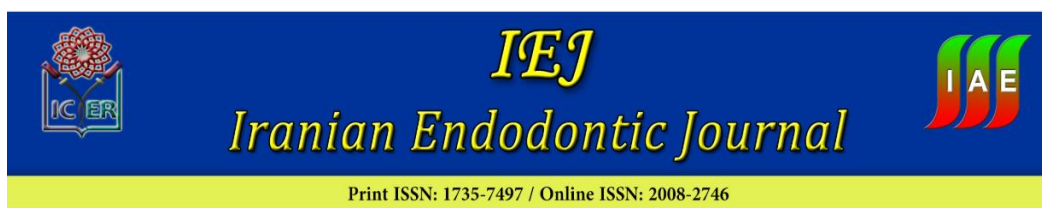
Não

CURITIBA, 16 de Março de 2017

Assinado por:
NAIM AKEL FILHO
(Coordenador)

Endereço: Rua Imaculada Conceição 1155
Bairro: Prado Velho CEP: 80.215-001
UF: PR Município: CURITIBA
Telefone: (41)3271-2103 Fax: (41)3271-2103 E-mail: nep@pucpr.br

Normas para publicação – Iranian Endodontic Journal



Author Guidelines

The Iranian Endodontic Journal welcomes articles related to the scientific or applied aspects of endodontics e.g. original articles, systematic reviews, meta-analyses, review articles, clinical trials, case series/reports, letters to the editor, *etc.*

Submission Process

Manuscripts should be sent through the online submission system: <http://journals.sbmu.ac.ir/iej/login>.

Assignment of Authorship Responsibilities

Your article will not be published unless you warrant that 'This article is an original work, has not been published before, and is not being considered for publication elsewhere in its final form either in printed or electronic form'.

Covering Letter

A cover letter, containing the information outlined below must be sent to the editor:

- 1) The material has not been published previously and is not under consideration by another journal and is the work of the author(s).
- 2) The manuscript title, name and address (including e-mail) of the corresponding author and her/his signature. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints where applicable.
- 3) The author undersigned transfer, assign or otherwise convey all copyright ownership to the IAE in the event that such work is published in that Journal.
- 4) If the purpose of a paper is to evaluate a commercial product, then a separate statement must be included with the submission, which asserts that the product was used exactly according to manufacturers' instructions. If this was not the case, a precise description of any variant use must be prominently stated in the abstract, methods and, if appropriate, in the title.

Note: please specify the importance of article for publishing in the *IEJ*.

Conflict of Interest

At submission, the authors must disclose any financial association that might pose a conflict of interest in connection with the submitted article in the title page.

Review of Manuscripts

Manuscripts submitted to IEJ which do not adhere to the "Instructions for Authors" will be returned for appropriate revision to be in line with the instructions for authors. They may then be resubmitted. All manuscript correctly submitted to IEJ will first be reviewed by the Editor. Then through a double-blind peer review, the articles will be reviewed.

Preparation of Manuscripts

The submission file must be prepared in Microsoft Word document file format (insert an EndNote citation into the manuscript). Submissions should be double-spaced word-processing files (.doc). The top, bottom and side margins should be 30 mm. All pages should be numbered consecutively in the top right-hand corner, beginning with the title page.

The manuscripts must have the following sections:

Title page) Should be arranged as follows:

- 1) Title, which must be concise, descriptive, as short as possible without loss of clarity and without abbreviations
- 2) Full name of each author. The author list must conform to authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org
- 3) Affiliations of all authors
- 4) Running title (no more than 40 characters).

5) Name, full postal address, cell telephone, and e-mail address of author responsible for correspondence. Corresponding author will be responsible for proofreading. Also highlight the contribution of each author in the cover letter.

Note: The names and email addresses entered in this journal site will be used exclusively for the stated purposes of this journal and will not be made available for any other purpose or to any other party.

6) Acknowledgements may contain all contributors who do not meet the criteria for authorship e.g. editing help and departmental head who provided general support. Financial support must also be acknowledged and any conflict of interest noted.

Abstract) Should include:

- 1) Title of manuscript
- 2) A summary of the complete manuscript containing introduction, methods and materials, results and conclusion. It must be factual and comprehensive. Write the abstract in past tense because the study has been completed.
- 3) The abstract should not be more than 300 words
- 4) Appropriate keywords (based on MeSH and in alphabetical order) should be included at the end of the abstract.

Article Body) The submitted manuscript should contain:

- 1) **Introduction** should provide the reader with enough information to understand the objectives of the study.
- 2) **Methods and Material** should describe the detail of the study design, methods, materials/instrument/techniques used, and statistical methods. Ethical considerations should be mentioned here.
- 3) **Results** must describe the experimental findings of the study clearly.
- 4) **Figures** should be submitted as either a TIFF or JPEG file. Line art must have a resolution of at least 300 dpi (dots per inch). All scanned images including electronic photographs/radiographs, CT scans, etc., must have a resolution of at least 300 dpi. If fonts are used in the artwork, they must be converted to paths or outlines, or they must be embedded in the files. All figure legends should be typed on a separate page.
- 5) **Tables** are applicable when it is critical to present exact numeric values. Tables with its legend must be typed on a separate page at the end of the manuscript.
- 6) **Discussion** should focus on the findings in your current work and compare the results with other previous studies.
- 7) **Conclusions** should describe and summarize the major finding(s) of the study.
- 8) **References** should be numbered in the sequence in which they appear in the text by Arabic numerals. The references style (based on Vancouver style) can be learned from reading the past issues of IEJ. Write all references with ENDNOTE.

Types of Manuscripts

Original articles: Should contain a structured abstract, related keywords, introduction, materials and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), references, maximum 4 tables and 4 figures. The length should not exceed 3500 words excluding the references, abstract, figures and tables. These articles are limited to 40 references.

Randomized clinical trials (RCT): The format is similar to original articles. Should adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) minimum guidelines for publication of randomized clinical trials (<http://www.consort-statement.org>). RCTs should be registered in appropriate trial registries approved by the WHO and their registration number should be mentioned in the title page.

Case series/reports: Should contain a non-structured abstract, 3-5 keywords, introduction, case presentation, discussion, conclusion, acknowledgement (if applicable), references, maximum 1 table and maximum 3 figures. Case series/reports should optimally be accompanied by relevant figures to document findings.

Review articles/Narrative reviews: There are no limits in the number of references for review articles. Abstract should be non-structured. The word count should not exceed 4500 words. Narrative reviews should contain the critical assessment of the current knowledge of the field.

Systematic reviews/Meta-analysis of RCTs or Observational studies will be accepted by the *IEJ*. The protocol of the study should adhere to PRISMA or MOOSE guidelines of systematic reviews of RCTs or Observational studies, respectively. Abstract should be structured. There are no limits in the number of references for these articles.

Letters to the Editor should be less than 750 words. Letters discussing articles published in the *IEJ* should be submitted at most within 4 months after the publication of the main article. Letter will undergo peer review and will be edited for clarity. Up to 5 references may be stated.

Submission Preparation Checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items; submissions may be returned to authors if do not adhere to these guidelines.

- 1- The submission has not been previously published, nor is it before another journal for consideration
- 2- The submission file is in Microsoft Word
- 3- Where appropriate, URLs for the references are provided
- 4- The text is double-spaced; uses a 12-point font; employs italics, rather than underlining (except with URL addresses).
- 5- The text adheres to the stylistic and bibliographic requirements outlined in the [Author Guidelines](#). It is of particular importance that references are formatted as ENDNOTES.
- 6- The submission includes author name(s), affiliations, and contact information.
- 7) Research involving human subjects must have been performed in accordance with the "Declaration of Helsinki" and must have been approved by an appropriate ethics committee. A statement detailing this, including the name of the ethics committee and the reference number where appropriate, must appear in all manuscripts reporting such research.

Language and Style

Contributions should be in either American or British English. The text must be clear and concise, conforming to accepted standards of English style and usage. Non-native English speakers are advised to seek professional help with the language. Abbreviations should be standard and used just in necessary cases, after complete explanations in the first usage. Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

The editorial office reserves the right to edit the submitted manuscripts in order to comply with the Journal's style. In any case, the authors are responsible for the published material.

Statistics

All manuscript selected for publication will be reviewed for the appropriateness and accuracy of the statistical methods used and the interpretation of statistical results. All papers submitted should provide in their "Materials and Methods" section a subsection detailing the statistical methods, including the specific method used to summarize the data, the methods used to test their hypothesis testing and (if any) the level of significance used for hypothesis testing.

Copyright Form

Authors should sign a copyright form stating that the article is an original work, has not been published before and is not being considered for publication elsewhere in its final form either in printed or electronic form. The same research must not be published in more than one journal.

Proofs

Page proofs will be sent to the corresponding author. Please provide an e-mail address to enable page proofs to be sent as PDF files via e-mail. These should be checked thoroughly for any possible changes or typographic errors. Significant alterations instigated at this stage by the author will be charged to the author. It is the intention of the Editor to review, correct and publish your article as quickly as possible. To achieve this it is important that all of corrections are returned to editorial office in one all-inclusive email. Subsequent additional corrections will not be possible, so please ensure that your first communication is complete.

Open Access Policy

This journal provides immediate open access to its content on the principle that making research freely available to the public to support a greater global exchange of knowledge.

Publication Charges

This journal charges the following author fees which is used for publication, editing process, pagination and indexing.

Article Publication: 450.00 (USD). جهت نویسندگان عضو انجمن اندودانتیکستهای ایران 600 هزار تومان.

If this paper is accepted for publication, subsequently you will be asked to pay an "Article Publication Fee" to cover the costs.

Fast-Track Review: 250.00 (USD). With the payment of this fee, the review, editorial decision, and author notification on the manuscript is guaranteed to take place within 4 weeks.

Note: obviously, publishing fees or waiver status should not influence editorial decision making.

Revenue Sources

Author fees as well as ICER support the IEJ.

Privacy Statement

The names and email addresses entered in this journal site will be used exclusively for the stated purposes of IEJ and will not be made available for any other purpose or to any other party.

For further information, please contact the Editorial Office:

Tel: +98-21 26802920