

O USO DA RADIOGRAFIA PERIAPICAL E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO DE FRATURAS RADICULARES VERTICAIS¹

THE USE OF PERIAPICAL RADIOGRAPHY AND CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF VERTICAL ROOT FRACTURES

VAZ, Miss Leny Souza²
MATA, Paola Cristina Batista da³
SILVA, Lorena Rosa⁴

RESUMO

Introdução: O diagnóstico da FVR é difícil por conta de seus sinais e sintomas serem escassos, para o auxílio do diagnóstico temos os exames de imagem, entre eles a radiografia periapical e a TCFC. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da literatura sobre o uso da radiografia periapical e da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares verticais. **Metodologia:** Este presente estudo consiste em uma revisão de literatura narrativa, abrangendo publicações entre 2006 a 2022 nas principais bases de dados, como PubMed, MedLine, Scielo, Google Scholar e LILACS. **Resultados:** Os estudos mostram que a TCFC apresenta uma superioridade no diagnóstico de FRVs quando comparada com a radiografia periapical. Dados como acurácia se mostraram superiores para a TCFC. **Conclusão:** A TCFC apresenta uma acurácia maior em relação a radiografia periapical, porém a presença de artefatos podem limitar seu uso, é necessário estar atento aos parâmetros de exposição utilizados durante a aquisição de imagens, garantindo a melhor visualização possível da linha de fratura.

Palavras-chave: Radiografia periapical. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Fratura radicular vertical.

ABSTRACT

Introduction: The diagnosis of RVF is difficult because its signs and symptoms are scarce. To help with the diagnosis, we have imaging tests, including periapical radiography and CBCT. **Objective:** The objective of this work was to review the literature on the use of periapical radiography and cone beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures. **Methodology:** This present study consists of a narrative literature review, covering publications between 2006 and 2022 in the main databases, such as PubMed, MedLine, Scielo, Google Scholar and LILACS. **Results:** Studies show that CBCT is superior in diagnosing RVFs when compared to

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Inhumas FacMais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia, no primeiro semestre de 2024.

² Acadêmico(a) do 10º Período do curso de Odontologia pela Faculdade de Inhumas. E-mail: missleny@aluno.facmais.edu.br

³ Acadêmico(a) do 10º Período do curso de Odontologia pela Faculdade de Inhumas. E-mail: paolacristina@aluno.facmais.edu.br

⁴ Professora-Orientadora. Doutora em Odontologia. Docente da Faculdade de Inhumas. E-mail: lorenarosa@facmais.edu.br

periapical radiography. Data such as accuracy proved to be superior for CBCT. **Conclusion:** CBCT is more accurate than periapical radiography, but the presence of artifacts can limit its use. It is necessary to pay attention to the exposure parameters used during image acquisition, ensuring the best possible visualization of the fracture line.

Keywords: Periapical radiograph. Cone beam computed tomography. Vertical root fracture.

1 INTRODUÇÃO

As fraturas radiculares são caracterizadas por uma solução de continuidade no tecido dentário (Wanzeler *et al.*, 2016), podendo ser classificadas considerando sua localização, direção e extensão (Endodontists, 2008). A fratura radicular vertical (FRV) se estende longitudinalmente do ápice da raiz até a coroa do dente (Ferreira *et al.*, 2015), se apresentando de maneira completa ou incompleta (Aksel; Askerbeli-örs; Deniz-Sungur, 2017). Esse tipo de fratura pode acometer qualquer região da raiz, e ocorre com mais frequência no sentido vestibulo-lingual (Hsiao *et al.*, 2020).

As FRVs ocorrem com maior frequência em dentes submetidos a tratamento endodôntico, devido a compactação em excesso da guta-percha e/ou por conta do desgaste demasiado das paredes dos canais radiculares (Silva *et al.*, 2021). No caso de dentes não tratados endodonticamente, a principal origem da FRV está associada à má-oclusão e/ou a aplicação de força oclusal elevada (Ferreira *et al.*, 2015). Seus sinais e sintomas são inespecíficos, o que torna o diagnóstico mais complexo (Khasnis *et al.*, 2014). A FRV está entre as causas mais comuns da perda dentária, ficando atrás apenas da doença cárie e doença periodontal (Kishen, 2006).

Para auxiliar no diagnóstico, o exame de imagem inicial de escolha é a radiografia periapical (Cohenca *et al.*, 2007; Endodontics, 2022). Contudo, devido a sua natureza bidimensional, esse método apresenta limitações na visualização da linha de fratura devido a sobreposição das estruturas (Junqueira *et al.*, 2013). Para que a fratura seja detectada na radiografia, é necessário que o feixe de raio- x passe paralelamente a linha de fratura (Kiarudi *et al.*, 2015).

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é indicada para diagnóstico de fraturas radiculares verticais caso o exame clínico e radiográfico sejam inconclusivos (Fayad, 2018; Endodontics; 2022). A TCFC possibilita a visualização tridimensional das estruturas, superando as limitações de sobreposição presentes nas radiografias (Bernardes *et al.*, 2009; Edlund; Nair; Nair, 2011; Ball; Barbizam; Cohenca, 2013). A TCFC, possui feixe de raios X em formato cônico, abrangendo todas as estruturas ósseas em um único volume, o que acarreta em imagens precisas (Costa *et al.*, 2019).

Entretanto, apesar das potenciais vantagens apresentadas pela TCFC, alguns artefatos exercem uma influência adversa no diagnóstico das FRVs, podendo simular ou obscurecendo as linhas de fratura. Esta interferência pode resultar em diagnósticos imprecisos e na formulação de planos de tratamento inadequados (Codari *et al.*, 2017). A presença de objetos metálicos podem ocasionar interferência na imagem, com destaque para restaurações metálicas, implantes osseointegrados, aparelhos ortodônticos, núcleos intraradiculares, próteses fixas e material obturador (Costa *et al.*, 2011). A detecção de FRVs depende do tamanho da fratura, da

presença de artefatos radiográficos causados por materiais obturadores, pinos e dos parâmetros de aquisição e resolução espacial da TCFC (Fayad, 2018).

O objetivo deste trabalho é revisar a literatura sobre o uso da radiografia periapical e da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fratura radicular vertical.

2 METODOLOGIA

O presente estudo compreende uma revisão de literatura narrativa sobre o diagnóstico de fratura radicular vertical com o uso da radiografia periapical e da tomografia computadorizada de feixe cônico. As buscas foram realizadas nas bases de dados: Pubmed, MedLine, Scielo, Google Scholar, LILACS. As palavras-chave utilizadas foram: “radiografia periapical” ou “tomografia computadorizada de feixe cônico” ou “TCFC”, “fratura radicular vertical” ou “FRV”, “periapical radiography” or “cone beam computed tomography” or “cbct” and “vertical root fracture” or “VRF”.

Foram incluídos artigos publicados entre os anos de 2006 a 2022, sem restrições de idiomas. Os artigos incluídos seguiram os seguintes critérios : artigos de pesquisa sobre FRVs; o uso da radiografia periapical e da TCFC na detecção de fraturas; artigos de pesquisa sobre parâmetros de exposição na detecção das FRVs. Os critérios de exclusão foram: revisão de literatura, dissertação de mestrado e tese de doutorado.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 FRATURAS RADICULARES VERTICAIS

Existem cinco tipos de fraturas longitudinais incluindo linhas de fissuras, cúspide fraturada, dente trincado e partido, e a fratura radicular vertical (Riviera, Walton, 2007). Este tipo de fratura pode ocorrer de maneira completa ou incompleta, localizada na porção radicular do dente, podendo se estender coronalmente. Esta fratura é mais recorrente no sentido vestibulo lingual (Ferreira *et al.*, 2015; Hsiao *et al.*, 2020).

A etiologia das fraturas radiculares verticais frequentemente está associada a causas iatrogênicas. Além disso, dentes que passaram por tratamento endodôntico e que possuem pinos intracanaís estão entre os mais afetados. Em casos de dentes vitais, as principais causas incluem trauma físico, contatos oclusais prematuros, enfraquecimento devido à reabsorção, idade, sexo, hábitos como bruxismo, desgaste oclusal e incisal de restaurações, bem como o uso de dentes enfraquecidos como apoio para próteses (Cohen *et al.*, 2006; Quintero-Álvarez *et al.*, 2021).

Rivera & Walton (2009) destacaram que entre os fatores associados às fraturas em dentes tratados endodonticamente destaca-se as forças de cunha dentro do canal, que excedem a resistência de ligação da dentina radicular. Essas forças excessivas podem ser geradas durante a condensação do material obturador, devido às múltiplas inserções dos espaçadores digitais, que são afiados e inflexíveis, podendo distorcer a raiz em canais curvos e predispor à FRV. Além disso, a cimentação de pinos intra-radulares pode gerar forças de cunha durante o processo de cimentação e assentamento, devido à retenção friccional. Essa susceptibilidade à fratura é acentuada pela remoção excessiva de dentina durante a instrumentação do canal ou a preparação dos pinos. Khasnis *et al.* (2014)

associaram mais quatro fatores que predispõem as FRVs, entre eles estão a anatomia do canal radicular, a espessura de dentina residual após o procedimentos intracanaís, uso de espaçadores digitais e mudança nas características da dentina em dentes com tratamento endodôntico.

O diagnóstico da fratura radicular vertical apresenta desafios devido a presença de sinais e sintomas escassos e muitas vezes inespecíficos (Khasnis *et al.*, 2014). Inicialmente, a avaliação diagnóstica deve começar com uma minuciosa anamnese e exame físico detalhado. Os sinais e sintomas mais comuns da FRV incluem edema, sensibilidade à percussão e mobilidade do dente afetado, dor desencadeada, sondagem periodontal maior que 6 mm e fissura na raiz, muitas vezes associada a uma sondagem profunda e visível, com ou sem ampliação (Endodontics, 2022).

Outros meios de diagnósticos na localização da FRV são técnicas invasivas como: remoção da restauração, do preenchimento de guta-percha sendo por acesso coronário ou apicetomia, e por acesso cirúrgico por meio de retalho com a ajuda de microscópio (Endodontics, 2022).

É crucial identificar precocemente e adotar um gerenciamento adequado da fratura radicular. Optar pela extração em estágios iniciais pode prevenir complicações como dor e desconforto, além de limitar a perda óssea perirradicular, que poderia afetar negativamente tratamentos futuros, como a colocação de implantes (Patel *et al.*, 2022).

Cohen *et al.*, (2006) conduziram um estudo envolvendo 227 dentes com FRV, e relataram que molares inferiores e pré-molares superiores representaram a maioria dos casos de fratura, totalizando 66% dos dentes afetados. Além disso, 86,79% dos pacientes afetados tinham 40 anos ou mais, enquanto a presença clínica de dor durante a percussão, palpação ou mastigação foi detectada em 69,74%, 69,30% e 61,40% dos casos, respectivamente. A mobilidade dentária foi identificada em 38,16% dos dentes afetados, enquanto edema e fístula estavam presentes em 15,35% e 18,42% dos casos, respectivamente. Esses achados destacam a importância de reconhecer os padrões de incidência e os sinais clínicos associados à FRV para um diagnóstico preciso e um plano de tratamento eficaz.

Yoshino *et al.*, (2015) conduziram um estudo utilizando 736 dentes extraídos, no qual constataram que 31,7% do total de dentes perdidos foram atribuídos à fratura radicular vertical, e desse número, 93,6% estavam obturados.

3.2 DIAGNÓSTICO RADIOGRÁFICO E TOMOGRÁFICO DA FRATURA RADICULAR VERTICAL

A radiografia periapical é o exame de imagem inicial mais utilizado para auxiliar no diagnóstico das FRVs (Wenzel *et al.*, 2009; Endodontista, 2022). Para que a fratura seja visualizada na radiografia, é necessário que o feixe de raio x atravesse paralelamente a linha de fratura. Nesse sentido, são recomendados que duas ou mais radiografias sejam realizadas com variação de angulação horizontal (Ozer, 2010). Entretanto, esse tipo de exame apresenta limitações por conta de sua natureza bidimensional, cuja eficácia no diagnóstico depende de angulação radiográfica específica e nem sempre viável. Como resultado, a utilização de exames radiográficos para diagnóstico de FRV pode ser limitada (Khasnis *et al.*, 2014).

Dentre os sinais radiográficos, além da identificação da linha de fratura, em alguns casos, é possível discernir um sinal indireto da fratura na raiz, que se

manifesta pelo aumento visível do espaço do ligamento periodontal ao longo da superfície radicular e pela presença de um halo radiolúcido na superfície radicular (Tsesis *et al.*, 2008). Além desses indicadores, observa-se frequentemente uma perda óssea vertical adjacente à fratura (Wang, 2009).

De acordo com Khasnis *et al.*, (2014), a FRV é identificada na radiografia periapical em apenas 35,7% dos casos. Isso se deve a diversos fatores, como sobreposição da linha de fratura nos canais radiculares, divergência dos feixes de raio-x em relação ao plano da fratura e coincidência da linha de fratura com estruturas radiopacas no interior do canal. Essas sobreposições são frequentemente causadas pela limitação da representação tridimensional em um plano bidimensional, pela distorção geométrica originada pela anatomia complexa da cavidade oral, o que torna a técnica de paralelismo mais desafiadora de ser realizada. Além disso, a presença de ruídos anatômicos, como o contorno e espessura óssea, e a relação entre ápices e paredes corticais, podem obscurecer a visualização da linha de fratura, dificultando a interpretação radiográfica (Kiarudi *et al.*, 2015).

Kamburoglu *et al.*, (2010) enfatizam a necessidade de recorrer à TCFC quando as radiografias convencionais não fornecerem informações úteis para o diagnóstico de FRV. A tomografia computadorizada de feixe cônico é dedicada ao complexo dentomaxilofacial. Ela emprega um feixe de raios X em formato cônico, abrangendo todas as estruturas ósseas em um único volume. Isso resulta na geração de imagens precisas e notável redução de artefatos metálicos (Melo *et al.*, 2010). A TCFC possibilita a visualização tridimensional das estruturas, superando as limitações de sobreposição presentes nas radiografias (Bernardes *et al.*, 2009; Edlund; Nair; Nair, 2011; Ball; Barbizam; Cohenca, 2013).

As doses de radiação associadas à tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) variam conforme a marca do equipamento e as configurações técnicas utilizadas durante o exame. No entanto, mesmo com essas variações, a TCFC geralmente apresenta uma exposição à radiação mais baixa do que a tomografia computadorizada de feixe em leque. Em comparação com a radiografia periapical, a dose de radiação é semelhante àquela de uma radiografia panorâmica completa ou de 4 a 15 vezes maior, dependendo das especificações do exame (Ozer, 2010; Loubele *et al.*, 2007).

Apesar das potenciais vantagens apresentadas pela TCFC para o diagnóstico de FRV, limitações podem surgir após a aquisição da imagem como a presença de artefatos. Os artefatos são estruturas que aparecem na imagem e não fazem parte do objeto real em que foi realizada a tomografia. Estes artefatos são induzidos por discrepâncias entre as condições físicas e a matemática usada para fazer a reconstrução em três dimensões (Hassan *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2011).

Beledelli e Souza (2012) conduziram uma análise abrangente dos artefatos em imagens de TCFC, classificando-os em diversas categorias, tais como artefatos de movimento, artefatos gerados por materiais densos, artefatos de ruído, artefatos de espalhamento ou dispersão, artefatos de extinção e artefatos relacionados ao feixe cônico em si. Esses artefatos são frequentemente provocados pela presença de materiais hiperdensos, como guta-percha e cimento endodôntico, além de materiais metálicos (Kamboruglu *et al.*, 2010).

Kiarudi *et al.*, (2015) enfatizaram que a presença dos artefatos ocorrem quando o feixe de raios-x encontram um objeto de densidade muito elevada e fótons de baixa energia são absorvidos por esses objetos, em consequência, a energia média do feixe aumenta, resultando no endurecimento do feixe. Estes artefatos

exercem uma influência adversa no diagnóstico das FRVs, podendo simular ou ocultar as linhas de fratura. Esta interferência pode resultar em diagnósticos imprecisos e na formulação de planos de tratamento inadequados (Codari *et al.*, 2017).

Khedmat *et al.*, (2012) conduziram uma análise comparativa da precisão entre a radiografia digital (RD), a tomografia computadorizada com multidetectores (TCMD) e a tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares verticais, considerando a presença e ausência de material obturador e utilizando dentes humanos unirradiculares extraídos. Na ausência de guta-percha a RD, TCMD e TCFC apresentam especificidade semelhante, sendo a TCFC a técnica com maior sensibilidade e acurácia ($p=0,003$) na detecção de FRV. Contudo, a presença de material obturador reduz a acurácia, sensibilidade e especificidade da TCFC, mas não da TCMD. A sensibilidade da radiografia também diminuiu na presença desse material, sugerindo que a TCMD pode ser uma técnica alternativa recomendada quando há suspeita de FRV em dentes obturados. No entanto, devido aos elevados níveis de radiação, a TCMD pode entrar em conflito com os princípios de prescrição dos exames por imagem. Portanto, a conclusão destaca que a TCFC é a técnica mais indicada para a detecção de FRV.

Hassan *et al.*, (2009) conduziram um estudo com o propósito de comparar a precisão diagnóstica entre a tomografia computadorizada de feixe cônico e a radiografia periapical na detecção de fraturas radiculares verticais, além de investigar o efeito da obturação do canal radicular na visualização dessas fraturas. Os resultados revelaram uma acurácia superior da TCFC em comparação com a radiografia periapical na detecção das FRVs, os resultados mostram uma acurácia de 0,86 para TCFC e 0,66 para radiografia periapical. Os autores ainda ressaltaram a dificuldade na detecção das FRVs no sentido mesiodistal na radiografia periapical devido à necessidade de alinhamento dos feixes de raio-x com a linha da fratura. Eles sugerem que os resultados poderiam ser ainda mais favoráveis à TCFC se houvesse uma maior presença de FRVs mesiodistais na amostra.

Ozer (2010) comparou a radiografia periapical e TCFC em 80 dentes humanos extraídos, submetidos a preparo endodôntico. Os dentes dos grupos experimentais foram artificialmente fraturados e distribuídos da seguinte forma: G1, G2 e G3, com FRVs de espessuras de 0,2 mm, 0,4 mm e menos de 0,2 mm, respectivamente. Os exames de imagem foram realizados utilizando um sensor CCD e TCFC com campo de visão (FOV) de 4x4cm e voxel de 0,125 mm. As imagens foram avaliadas por três observadores, concluindo que os exames de TCFC foram mais precisos em 70% dos casos na detecção de fraturas de 0,2 mm e 90% em fraturas de 0,4 mm em comparação com a radiografia periapical. Assim, os resultados indicaram que os exames tomográficos são eficazes na detecção de FRVs de diferentes espessuras.

Patel *et al.*, (2013) conduziram um estudo com o objetivo de comparar a acurácia diagnóstica da TCFC e da radiografia periapical na detecção de FRVs completas e incompletas em dentes obturados com guta-percha. Os autores concluíram que tanto as radiografias periapicais quanto a TCFC não foram capazes de confirmar de modo conclusivo a presença ou ausência de FRV, e sugeriram que os artefatos de imagem causados pela obturação com guta-percha possivelmente contribuíram para a superestimação das FRVs pela TCFC, gerando incerteza quanto ao seu uso geral nesse contexto diagnóstico.

3.3 INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE EXPOSIÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Os parâmetros de exposição da TCFC interferem no resultado final da imagem. Estão inclusos nestes parâmetros o campo de visão (field of view - FOV), o tamanho do voxel, o tempo de escaneamento, a miliamperagem (mA) e a quilovoltagem (kVp) (Hatcher, 2010).

Um voxel é o menor elemento da imagem da tomografia. Estas imagens podem utilizar voxel isotrópicos, ou seja, eles têm a mesma largura, altura e espessura, isto permite que os objetos sejam medidos precisamente em diferentes direções (Ozer *et al.*, 2011). A redução no tamanho do voxel resulta em imagens mais detalhadas e nítidas (Kamburoglu *et al.*, 2009).

A seleção de FOV está diretamente relacionada ao tamanho do voxel, o que impacta diretamente na resolução espacial e no contraste das imagens. O FOV é dividido em três categorias: volume pequeno, geralmente utilizado para exames focados em poucos dentes ou em uma arcada dentária específica; volume médio, adequado para exames que abrangem tanto a mandíbula quanto a maxila, incluindo o seio maxilar e parte do nariz; e o volume grande, que engloba toda região maxilofacial, podendo até se estender ao vértice do crânio em alguns sistemas (Hassan *et al.*, 2010). Atualmente, os sistemas de aparelhos geralmente oferecem uma variedade de tamanhos de FOV pré-definidos pelo fabricante, o que é altamente desejável de acordo com o princípio "ALARA" (As Low As Reasonably Achievable - Tão Baixo Quanto Razoavelmente Atingível). Esse princípio busca minimizar a exposição à radiação, utilizando a menor dose possível para alcançar um resultado diagnóstico adequado (Costa *et al.*, 2019).

Além dos parâmetros do voxel e do FOV, é crucial considerar a kVp e a mA na tomografia computadorizada. A quilovoltagem está intrinsecamente ligada à energia do feixe de raios X. Ou seja, quanto maior a kVp, maior será a energia média dos raios X, o que resulta em uma redução na produção de artefatos. Por outro lado, a mA determina a corrente do tubo de raios X, controlando assim o número de fótons liberados. Essa quantidade de fótons afeta diretamente a quantidade de raios X que atingem o voxel do detector (Pauwels *et al.*, 2015).

Ozer (2011) conduziu um estudo para investigar a precisão diagnóstica das fraturas radiculares verticais utilizando exames de tomografia computadorizada de feixe cônico com diferentes tamanhos de voxel. As imagens foram adquiridas com resolução de voxel de 0,125 mm, 0,2 mm, 0,3 mm e 0,4 mm, com um campo de visão (FOV) de 4x4 cm. Os resultados demonstraram proporções de probabilidade de detecção de FRVs de 0,97, 0,96, 0,93 e 0,92, respectivamente, para as resoluções mencionadas. Sensibilidade, especificidade, probabilidade de erros e acurácia foram semelhantes em todas as resoluções avaliadas. No entanto, considerando os resultados comparáveis e o princípio ALARA (As Low As Reasonably Achievable - Tão Baixo Quanto Razoavelmente Atingível), a melhor resolução para o diagnóstico de FRVs foi de 0,2 mm de voxel, pois proporcionou menor tempo e dose de radiação durante a aquisição da imagem.

É fundamental entender esses parâmetros para manipular adequadamente os protocolos de obtenção de imagens, otimizando assim a técnica (Hatcher, 2010).

4 DISCUSSÃO

As fraturas radiculares verticais ocorrem com mais frequência em dentes

tratados endodenticamente, sendo seu diagnóstico um processo complexo (Ferreira *et al.*, 2015). Este tipo de fratura tem um prognóstico ruim, e na maioria dos casos leva à extração do dente (Bueno *et al.*, 2007), sendo crucial o diagnóstico precoce para uma melhor reabilitação futura (Patel *et al.*, 2022).

Vários trabalhos mostraram que a TCFC apresenta maior sensibilidade, especificidade e acurácia quando comparada com as radiografias periapicais no diagnóstico de FRV (Khedmat *et al.*, 2012; Kamburoglu *et al.*, 2009; Talwar *et al.*, 2016). Analisando os estudos, a menor acurácia encontrada para radiografia periapical foi de 8% (Ardakani *et al.*, 2015) e a maior foi de 80% (Khedmat *et al.*, 2012), já para a TCFC os dados encontrados são superiores, sendo a menor acurácia de 86% e a maior de 98,25% (Hassan *et al.*, 2009).

Apesar da grande maioria dos trabalhos apresentarem uma superioridade da TCFC, alguns autores apontaram valores semelhantes entre a radiografia periapical e a TCFC (Patel *et al.*, 2013; Talwar *et al.*, 2016). Essa variabilidade de resultados entre pode ser justificada em razão das diferentes metodologias utilizadas, sendo a maioria dos estudos do tipo *in vitro* ou *ex vivo*, com a utilização de dentes extraídos. A indução da fratura de forma artificial nesses estudos pode facilitar a visualização da linha de fratura pelo tipo de fratura produzida, e as condições de avaliação não reproduzem com fidelidade um cenário clínico real. Além deste fato, existem uma diversidade de aparelhos de TCFC, que utilizam diversas configurações para parâmetros de exposição, que também podem influenciar no diagnóstico.

Percebe-se que a literatura tem buscado cada vez mais entender as melhores resoluções possíveis para o diagnóstico da FRV através da radiografia periapical e em especial da TCFC. Apesar da literatura ser vasta sobre o assunto, o diagnóstico ainda é desafiador. Novos estudos são necessários para se otimizar a detecção da FRV especialmente utilizando a TCFC, explorando o advento de novas tecnologias, desenvolvimento de filtros e uso da inteligência artificial.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o diagnóstico da fratura radicular vertical é um desafio significativo, dada a escassez de sinais e sintomas característicos, e sua associação a dentes tratados endodenticamente e a geração de artefatos. A TCFC apresenta maior acurácia em comparação à radiografia periapical no diagnóstico de FRV, porém tem limitações inerentes a sua técnica. É crucial estar atento aos parâmetros de exposição utilizados durante a aquisição de imagens, garantindo alta qualidade e minimizando a exposição do paciente à radiação.

REFERÊNCIAS

AKSEL, H; ASKERBEYLI-ÖRS, S; DENIZ-SUNGUR, D. Vertical root fracture resistance of simulated immature permanent teeth filled with MTA using different vehicles. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 9, n. 2, p. e178, 2017.

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Endodontics: Colleagues for Excellence – Cracking the Cracked Tooth Code: Detection and Treatment of Various Longitudinal Tooth Fractures. **American Association of Endodontists**, 2008.

AMERICAN ASSOCIATION OF ENDODONTISTS. Endodontics: Colleagues for Excellence - Cracked Teeth and Vertical Root Fractures: A new Look at a Growing Problem. **American Association of Endodontists**, 2022.

BALL, R. L.; BARBIZAM, J. V.; COHENCA, N. Intraoperative endodontic applications of cone-beam computed tomography. **Journal of endodontics**, v. 39, n. 4, p. 548-557, 2013.

BELEDELLI, R; SOUZA, P. H. C. O que são e como se formam os artefatos nas imagens da tomografia computadorizada de feixe cônico. **Revista ABRO**, v. 13, n. 1, p. 2-15, 2012.

BERNARDES, R. A. *et al.*, Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 108, n. 2, p. 270-277, 2009.

BUENO, Mike dos Reis *et al.*, Tomografia computadorizada cone beam: revolução na odontologia. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent**, p. 354-363, 2007.

CODARI, M. *et al.*, Quantitative evaluation of metal artifacts using different CBCT devices, high-density materials and field of views. **Clinical oral implants research**, v. 28, n. 12, p. 1509-1514, 2017.

COHEN, Stephen *et al.*, A demographic analysis of vertical root fractures. **Journal of endodontics**, v. 32, n. 12, p. 1160-1163, 2006.

COHENCA, N.; STABHOLZ, A. Decoronation—a conservative method to treat ankylosed teeth for preservation of alveolar ridge prior to permanent prosthetic reconstruction: literature review and case presentation. **Dental Traumatology**, v. 23, n. 2, p. 87-94, 2007.

COHENCA, N. *et al.*, Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 1: traumatic injuries. **Dental Traumatology**, v. 23, n. 2, p. 95-104, 2007.

COSTA, F. F. *et al.*, Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 10, p. 1456-1459, 2011.

COSTA, R. B. A. *et al.*, Avaliação clínica, radiográfica e tomográfica de fraturas radiculares: série de casos. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 7, n. 2 (Abr-Jun), p. 172-176, 2019.

EDLUND, M; NAIR, M. K.; NAIR, U. P. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 6, p. 768-772, 2011.

ENDODONTISTS, A. A. Endodontics: Colleagues for Excellence—Cracking the Cracked Tooth Code. **Fall-Winter: Chicago, IL, USA**, 2008.

FAYAD, M. I. The impact of cone beam computed tomography in endodontics: a new era in diagnosis and treatment planning. **ENDODONTICS: Colleagues for Excellence. American association of endodontists**, 2018.

FERREIRA, L. M. *et al.*, Influence of CBCT enhancement filters on diagnosis of vertical root fractures: a simulation study in endodontically treated teeth with and without intracanal posts. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 44, n. 5, p. 20140352, 2015.

HASSAN, B. *et al.*, Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. **Journal of endodontics**, v. 35, n. 5, p. 719-722, 2009.

HASSAN, B *et al.*, Comparison of five cone beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 1, p. 126-129, 2010.

HATCHER, David C. Operational principles for cone-beam computed tomography. **The Journal of the american dental association**, v. 141, p. 3S-6S, 2010.

HSIAO, L-T. *et al.*, Analysis of clinical associated factors of vertical root fracture cases found in endodontic surgery. **Journal of Dental Sciences**, v. 15, n. 2, p. 200-206, 2020.

JUNQUEIRA, R. B. *et al.*, Detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic post: a comparison between periapical radiography and cone-beam computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 12, p. 1620-1624, 2013.

KAMBUROĞLU, K. *et al.*, Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 109, n. 2, p. e74-e81, 2010.

KAMBUROĞLU, K.; ILKER C., A. R.; GRÖNDAHL, H. G. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. **Dental Traumatology**, v. 25, n. 3, p. 256-261, 2009.

KAMBUROĞLU, K. *et al.*, Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 109, n. 2, p. e74-e81, 2010.

KISHEN, A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. **Endodontic topics**, v. 13, n. 1, p. 57-83, 2006.

KHASNIS, S. A. *et al.*, Vertical root fractures and their management. **Journal of Conservative Dentistry and Endodontics**, v. 17, n. 2, p. 103-110, 2014.

KHEDMAT, S. *et al.*, Evaluation of three imaging techniques for the detection of vertical root fractures in the absence and presence of gutta-percha root fillings. **International endodontic journal**, v. 45, n. 11, p. 1004-1009, 2012.

KIARUDI, A. H. *et al.*, The applications of cone-beam computed tomography in endodontics: a review of literature. **Iranian endodontic journal**, v. 10, n. 1, p. 16, 2015.

LOUBELE, M. *et al.*, A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with cone-beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT. **International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v. 22, n. 3, 2007.

MELO, S. L. S. *et al.*, Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 11, p. 1879-1882, 2010.

ÖZER, S. Y. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 7, p. 1245-1249, 2010.

ÖZER, S. Y. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 1, p. 75-79, 2011.

PATEL, S. *et al.*, The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. **International Endodontic Journal**, v. 46, n. 12, p. 1140-1152, 2013.

PATEL, S; BHUVA, B; BOSE, R. Present status and future directions: vertical root fractures in root filled teeth. **International Endodontic Journal**, v. 55, p. 804-826, 2022.

PAUWELS, R *et al.*, Technical aspects of dental CBCT: state of the art. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 44, n. 1, p. 20140224, 2015.

QUINTERO-ÁLVAREZ, M. *et al.*, In vivo detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth: Accuracy of cone-beam computed tomography and assessment of potential predictor variables. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 13, n. 2, p. e119, 2021.

RIVERA, E. M.; WALTON, R. E. Longitudinal tooth fractures: findings that contribute to complex endodontic diagnoses. **Endodontic Topics**, v. 16, n. 1, p. 82-111, 2007.

RIVERA, E. M.; WALTON, R. E. Longitudinal tooth fractures. **Endodontics; Principles and Practice, 4th ed. by Trabinejad M, Walton RE**, p. 108-128, 2009.

SILVA, L. R. *et al.*, Dentin thickness as a risk factor for vertical root fracture in endodontically treated teeth: a case-control study. **Clinical oral investigations**, v. 25, p. 1099-1105, 2021.

TALWAR, S. *et al.*, Role of cone-beam computed tomography in diagnosis of vertical root fractures: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Endodontics**, v. 42, n. 1, p. 12-24, 2016.

TSESIS, I. *et al.*, Comparison of digital with conventional radiography in detection of vertical root fractures in endodontically treated maxillary premolars: an ex vivo study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 106, n. 1, p. 124-128, 2008.

WANG, Ping; SU, Lingyun. Observação clínica em 2 casos representativos de fratura radicular vertical em dentes tratados não endodônticamente. **Cirurgia Oral, Medicina Oral, Patologia Oral, Radiologia Oral e Endodontologia**, v. 4, pág. e39-e42, 2009.

WANZELER, A. M. V. *et al.*, Aplicação da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fraturas radiculares. **Revista da Faculdade de Odontologia de Lins**, v. 26, n. 1, p. 19-28, 2016.

WENZEL, A *et al.*, Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 108, n. 6, p. 939-945, 2009.

YOSHINO, K *et al.*, Prevalence of vertical root fracture as the reason for tooth extraction in dental clinics. **Clinical oral investigations**, v. 19, p. 1405-1409, 2015.