

UNIVERSIDADE CESUMAR – UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

DIAGNÓSTICO DE FRATURAS RADICULARES VERTICAIS ASSOCIADA A
RETENTORES INTRA-RADICULARES:
RELATO DE CASO

BRAYAN YURI PILOTO
FELIPE DA SILVA SALDANHA
JOÃO PEDRO BOTELHO DE MATOS
RAQUEL FERREIRA MACHADO

MARINGÁ – PR

2024

BRAYAN YURI PILOTO
FELIPE DA SILVA SALDANHA
JOÃO PEDRO BOTELHO DE MATOS
RAQUEL FERREIRA MACHADO

**DIAGNÓSTICO DE FRATURAS RADICULARES VERTICAIS ASSOCIADA A
RETENTORES INTRA-RADICULARES
RELATO DE CASO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Artigo apresentado ao curso de graduação em Odontologia da UniCesumar – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel(a) em Odontologia, sob a orientação do Prof. Dr. Fausto Rodrigo Victorino.

MARINGÁ – PR

2024

FOLHA DE APROVAÇÃO

**BRAYAN YURI PILOTO
FELIPE DA SILVA SALDANHA
JOÃO PEDRO BOTELHO DE MATOS
RAQUEL FERREIRA MACHADO**

DIAGNÓSTICO DE FRATURAS RADICULARES VERTICAIS ASSOCIADA A RETENTORES INTRA-RADICULARES RELATO DE CASO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Artigo apresentado ao curso de graduação em odontologia da UniCesumar – Centro
Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel(a) em
odontologia, sob a orientação do Prof. Dr. Fausto Rodrigo Victorino.

Aprovado em: ____ de _____ de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Nome do professor orientador – (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

DIAGNÓSTICO DE FRATURAS RADICULARES VERTICAIS ASSOCIADA A RETENTORES INTRA-RADICULARES RELATO DE CASO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Brayan Yuri Piloto
Felipe da Silva Saldanha
João Pedro Botelho de Matos
Raquel Ferreira Machado

RESUMO

Introdução: A endodontia se ocupa do tratamento das doenças da polpa dentária e tecidos periapicais. Apesar dos avanços na área, as fraturas radiculares, que podem ser horizontais ou verticais, permanecem um desafio (Silva et al., 2020; Love & Firth, 2018). Fraturas horizontais resultam geralmente de traumas, enquanto as verticais estão frequentemente associadas ao uso de retentores intra-radiculares, que podem aumentar o risco devido a tensões na estrutura dentária (Andreasen et al., 2018; Santos et al., 2016; Naumann et al., 2019). A detecção de fraturas verticais é difícil percepção com radiografias convencionais, sendo a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) uma ferramenta valiosa para um diagnóstico mais preciso (Patel et al., 2019). O tratamento das fraturas varia de reparo conservador com novas técnicas, como cimentos biocerâmicos, oferecendo opções para a preservação dentária, podendo chegar à extração (Chen et al., 2019). **Objetivo:** Abordar um relato de caso sobre fratura radicular vertical e realizar uma revisão abrangente da literatura sobre as fraturas radiculares associadas ao uso de retentores intra-radiculares. **Metodologia:** Abordagem qualitativa onde será realizada revisão bibliográfica utilizando artigos publicados nos últimos cinco anos e um caso clínico de fratura radicular vertical. **Considerações finais:** Serão abordados na pesquisa, mecanismos etiológicos, métodos de diagnósticos mais eficazes e abordagens, como prevenções e manejo adequado dessas fraturas. Pretende-se, assim, fornecer subsídios teóricos e práticos que possam auxiliar os profissionais da odontologia na tomada de decisões clínicas mais informadas, contribuindo para a melhoria da saúde bucal e da qualidade de vida dos pacientes.

Palavras-chave: Fratura Radicular, Retentores Intra-radiculares, Endodontia.

DIAGNOSIS OF VERTICAL ROOT FRACTURES ASSOCIATED WITH INTRA- RADICULAR APPLIANCES CASE REPORT AND BIBLIOGRAPHIC REVIEW

ABSTRACT

Introduction: Endodontics is concerned with the treatment of diseases of the dental pulp and periapical tissues. Despite advances in the field, root fractures, which can be horizontal or vertical, remain a challenge. (Silva et al., 2020; Love & Firth, 2018). Horizontal fractures are usually the result of trauma, while vertical fractures are often associated with the use of intra-radicular posts, which can increase the risk due to stress on the dental structure. (Andreasen et al., 2018; Santos et al., 2016; Naumann et al., 2019). Detecting vertical fractures is difficult

with conventional radiography, making cone-beam computed tomography (CBCT) a valuable tool for more accurate diagnosis. (Patel et al., 2019). Treatment of fractures varies from conservative repair with new techniques, such as bioceramic cements offering options for tooth preservation, to extraction. (Chen et al., 2019). **Objective:** To present a case report on vertical root fracture and conduct a comprehensive literature review on root fractures associated with the use of intra-radicular posts. **Methodology:** A qualitative approach will be used, including a literature review of articles published in the last five years and a clinical case of vertical root fracture. **Final Considerations:** The research will address etiological mechanisms, more effective diagnostic methods, and approaches such as prevention and proper management of these fractures. The aim is to provide theoretical and practical support that can assist dental professionals in making more informed clinical decisions, contributing to the improvement of oral health and patients' quality of life.

Keywords: Root fracture, Intra-root retainers, Endodontics.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1 METODOLOGIA	7
2. RELATO DE CASO CLÍNICO	8
3. DISCUSSÃO	13
4. CONCLUSÃO	18
5. REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

A endodontia é uma especialidade odontológica que se concentra na prevenção, diagnóstico e tratamento das doenças da polpa dentária e dos tecidos periapicais (Silva et al., 2020). Com o avanço das técnicas e materiais odontológicos, a prática endodôntica tem experimentado transformações significativas, permitindo tratamentos mais eficazes e menos invasivos. (Love & Firth, 2018). No entanto, certos desafios permanecem, sendo as fraturas radiculares uma preocupação persistente devido à sua complexidade e implicações para a saúde bucal dos pacientes. (Martins et al., 2017).

As fraturas radiculares podem ser divididas em duas categorias principais: horizontais e verticais. As fraturas horizontais geralmente ocorrem devido a traumas diretos (Andreasen et al., 2018), enquanto as fraturas verticais são frequentemente associadas a fatores iatrogênicos, como a inserção de retentores intra-radiculares. (Santos et al., 2016). Os retentores intra-radiculares são dispositivos utilizados para restaurar dentes com extensa perda de estrutura coronária, proporcionando suporte adicional para coroas ou outras restaurações. (Naumann et al., 2019). Apesar de sua importância na reabilitação dentária, a inserção desses retentores pode aumentar o risco de fraturas radiculares verticais, devido às tensões excessivas que podem gerar na estrutura dentária. (Love & Firth, 2018).

A etiologia das fraturas radiculares associadas a retentores intra-radiculares é multifatorial. Entre os fatores de risco destacam-se a preparação inadequada do canal radicular, o dimensionamento impróprio do retentor, e o uso excessivo de força durante a inserção. (Martins et al., 2017). Estudos indicam que a distribuição desigual de forças e a presença de microfissuras preexistentes podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de fraturas verticais ao longo do tempo. (Love & Firth, 2018). Além disso, a escolha do material do retentor, seja metálico ou de fibra, pode influenciar a resistência da estrutura radicular e a incidência de fraturas. (Naumann et al., 2019).

Do ponto de vista clínico, as fraturas radiculares verticais são notoriamente difíceis de diagnosticar. Os sintomas frequentemente são inespecíficos, podendo incluir dor difusa ao mastigar, sensibilidade à percussão, mobilidade dentária, inflamação gengival localizada e presença de fístulas. (Martins et al., 2017). As radiografias convencionais frequentemente falham em detectar fraturas verticais em seus estágios iniciais, dificultando o diagnóstico precoce dessas lesões. (Patel et al., 2019). A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) tem emergido como uma ferramenta valiosa, oferecendo imagens tridimensionais

detalhadas que podem auxiliar na detecção precoce e precisa dessas fraturas (Naumann et al., 2019).

O manejo das fraturas radiculares secundárias aos retentores intra-radulares é igualmente complexo. Dependendo da extensão e localização da fratura, as opções de tratamento podem variar desde a tentativa de reparo conservador até a extração do dente comprometido (Love & Firth, 2018). Técnicas modernas, como a aplicação de cimentos biocerâmicos e a utilização de sistemas adesivos avançados, têm mostrado potencial na preservação de dentes afetados por fraturas iniciais. (Chen et al., 2019). No entanto, a viabilidade do tratamento conservador depende de um diagnóstico preciso e de uma abordagem terapêutica cuidadosa.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão abrangente da literatura sobre as fraturas radiculares associadas ao uso de retentores intra-radulares. Serão abordados os mecanismos etiológicos, os métodos diagnósticos mais eficazes e as abordagens terapêuticas atuais, com ênfase na prevenção e no manejo adequado dessas fraturas. Pretende-se, assim, fornecer subsídios teóricos e práticos que possam auxiliar os profissionais da odontologia na tomada de decisões clínicas mais informadas, contribuindo para a melhoria da saúde bucal e da qualidade de vida dos pacientes.

1.1. METODOLOGIA

No presente estudo será realizado uma pesquisa de cunho qualitativo, descritivo, que consiste em um relato de caso sobre fratura radicular vertical e a elaboração de uma revisão bibliográfica, utilizando como meio de fundamentação teórica os bancos de dados PubMed, Lilacs, Medline, Sciel, sendo selecionado artigos publicados nos últimos 5 anos, que abordem fraturas radiculares associadas ao uso de retentores intra-radulares, serão analisados os principais fatores que levam a fraturas radiculares, os métodos de diagnósticos, e as abordagens teóricas para a prevenção de fraturas radiculares. A pesquisa inclui artigos originais, artigos de revisão, selecionados de acordo com sua relevância.

2. RELATO DE CASO CLÍNICO

Paciente do sexo masculino, 78 anos, que compareceu ao atendimento odontológico relatando dor à mastigação no dente 36 e incômodo gengival. No exame clínico foi observada presença de fístula na face vestibular ao nível do dente 36 e bolsa periodontal de 9mm na face distal do mesmo dente (**Figura 1**). Durante a anamnese, o paciente relatou ter realizado tratamento endodôntico e prótese fixa há 5 anos. No exame radiográfico foi confirmado tratamento endodôntico, lesão periapical nas raízes mesial/distal, presença de retentor intra radicular (**Figura 2**). Em seguida, após rastreamento da fístula, ficou definido que sua origem era no terço médio da raiz distal (**Figura 3**). Para auxiliar no diagnóstico, foi solicitado exame tomográfico, no qual ficou evidente desvio do retentor intra radicular na raiz distal, lesão hipodensa na face vestibular no corte coronal (**Figura 4**) e fratura radicular no corte axial (**Figura 5**). Assim, foi realizada exodontia do dente 36 para futura instalação de implante dentário (**Figura 6**).



Figura 1

Sondagem do elemento 36 da raiz disto vestibular



Figura 1

Presença de fistula na face vestibular do elemento 36



Figura 2

Radiografia periapical do elemento 37 com restauração overlay e presença de tratamento endodôntico da raiz distal



Figura 2

Radiografia dos elementos 36 e 37



Figura 3

Rastreamento de fistula na raiz distal do elemento 36

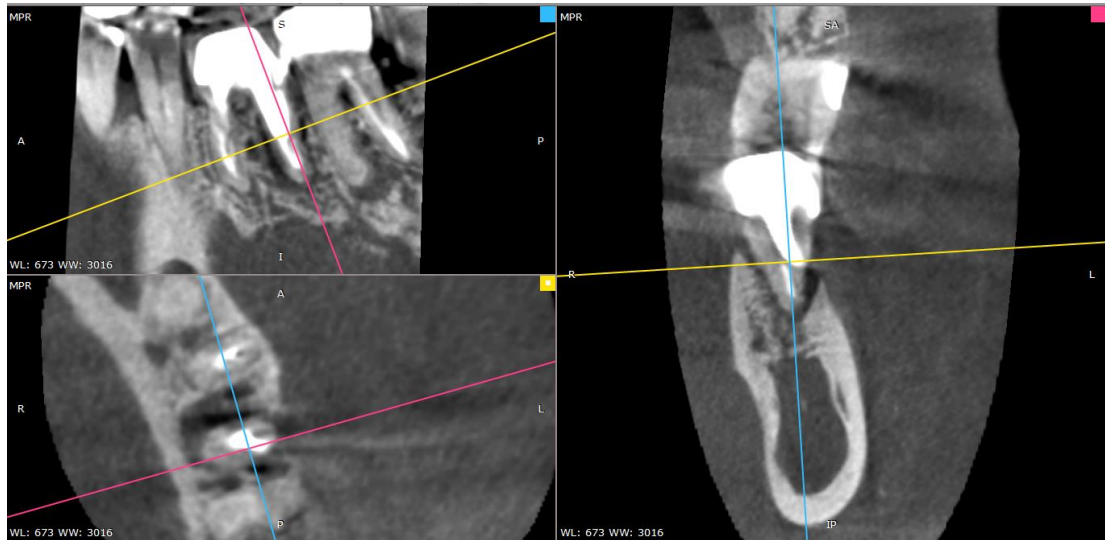


Figura 4

Exame tomográfico com presença de fratura da raiz distal do elemento 36



Figura 4

Tomografia por vista frontal com presença de lesão hipodensa na raiz distal do elemento 36



Figura 4

Exame tomográfico vista sagital com presença de deslocamento de núcleo e lesão periapical do elemento 36



Figura 5

Núcleo desviado e fratura radicular do elemento 36



Figura 5

Exame tomográfico vista axial com presença de lesão hipodensa circundando raiz distal do elemento 36



Figura 5

Fratura radicular no corte axial, frontal e sagital



Figura 5

Exame tomográfico com o feixe sendo direcionado ao ápice da raiz



Figura 5

Exame tomográfico com o feixe sendo direcionado ao ápice da raiz

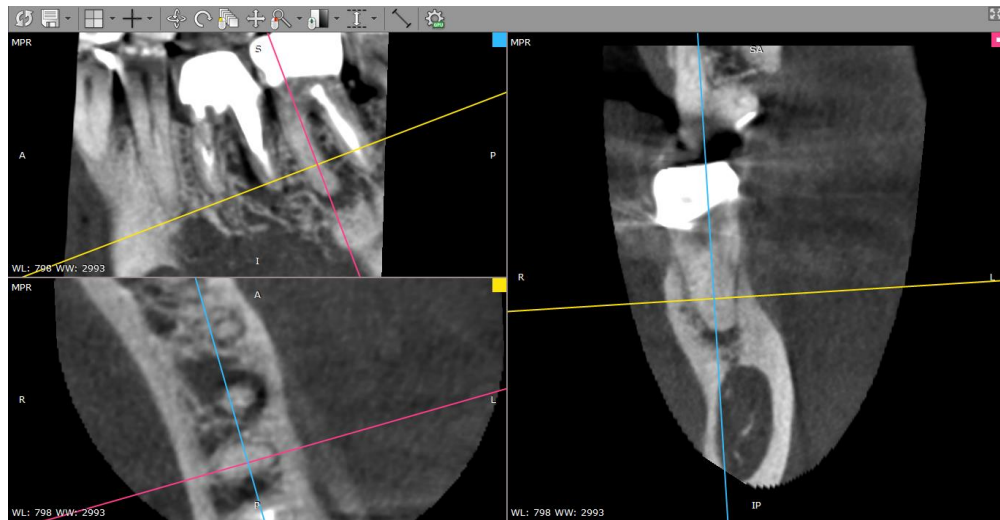


Figura 5

Exame tomográfico com presença de lesão acometendo o elemento 37

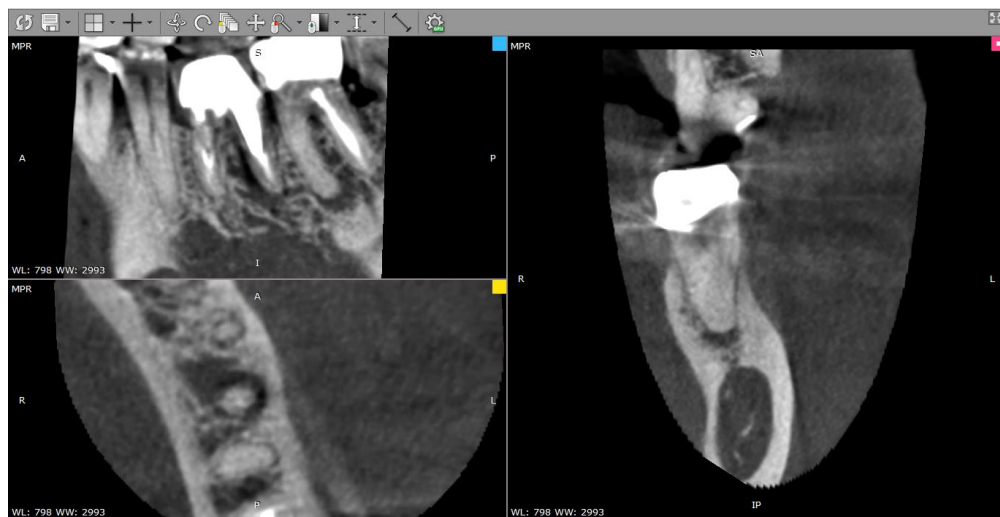


Figura 5

Exame tomográfico com o feixe direcionado ao ápice dos elementos 36 e 37

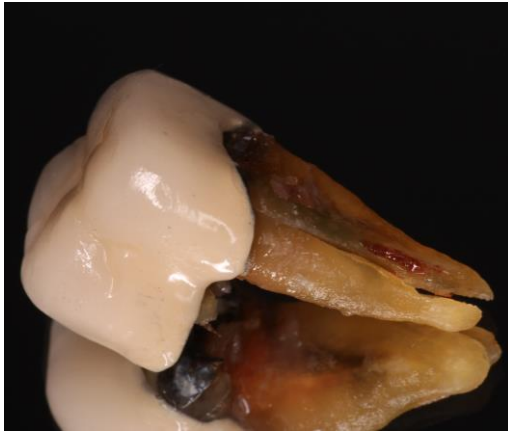


Figura 6

Exodontia do elemento 36



Figura 6

Elemento 36 com a raiz distal fragmentada

3. DISCUSSÃO

O caso relatado acima ratifica os achados literários que, segundo os estudos de Liao WC, et al (2016), mostraram que os sinais periodontais como bolsa periodontal decorrente de acúmulo de placa e inflamação crônica dos tecidos ao redor do elemento em questão são sinais comum em fratura radicular vertical.

O diagnóstico de fratura radicular vertical (FRV) representa um desafio clínico significativo devido à sua natureza insidiosa e aos sintomas muitas vezes inespecíficos e sutis. O processo diagnóstico deve iniciar com uma anamnese detalhada, visando identificar fatores de risco e sintomas específicos, como dor localizada intermitente ou persistente e desconforto à mastigação. O exame clínico minucioso é crucial, envolvendo a inspeção visual da cavidade oral para a presença de sinais inflamatórios, fístulas ou alterações na coloração gengival. Testes de sensibilidade térmica e percussão podem revelar respostas anormais que, embora não sejam diagnósticas por si só, sugerem a necessidade de investigação adicional.

Em estudos realizados por Ricucci D, et al 2015, foram investigados 20 dentes humanos extraídos, considerando os sintomas de estado pulpar, estado periodontal, visualização direta e histórico clínico, como fatores para o diagnóstico de FRV. Ferramentas como ampliação, transiluminação e coloração com solução reveladora são úteis, mas mesmo que uma rachadura seja detectada, sua extensão pode ser difícil de determinar. (Ricucci D, et al 2015).

Para o diagnóstico radiográfico são recomendadas múltiplas radiografias periapicais e a tomografia computadorizada por feixe cônico, pois a visualização da presença e localização da fratura radicular permite ao clínico escolher o curso de tratamento mais apropriado. Embora amplamente utilizada, a radiografia periapical convencional possui limitações significativas na detecção de FRV, especialmente nas fases iniciais. Em certos casos, uma radiolucidez difusa ao redor da raiz pode ser observada quando o feixe de raios X é perpendicular à rachadura. (Malentacca A, et al 2021). Porém, em imagens obtidas com o feixe paralelo à rachadura, poucos sinais radiográficos podem ser evidentes. Achados radiográficos sugestivos de FRV incluem radiolucência periapical centrada no terço apical da raiz, defeito ósseo triangular no aspecto mesial ou distal do dente com uma base larga a partir da crista do osso alveolar se estendendo apicalmente com o ápice do triângulo apontando para a raiz, radiolucência peri-radicular localizada no aspecto lateral da raiz e se estendendo apicalmente no lado da raiz (mesial, distal, ou ambos na radiografia periapical, ou mesial, distal, vestibular, ou lingual/palatal na CBCT) alcançando o ápice do dente e um padrão de

perda óssea que inclui uma combinação dos itens acima ou um padrão de perda óssea irregular ao redor do dente da junção cimento esmalte até o ápice da raiz. (Alaugaily I, et al 2022).

A tomografia computadorizada de feixe cônico foi recomendada pela Associação Americana de Endodontia e pela Associação Americana de Radiologistas Oral e Maxilofacial (AAE/AAOMR) devido sua sensibilidade e especificidade. No entanto, linhas de fratura e trincas menores são muito pequenas para serem detectadas na varredura por CBCT, especialmente pela presença de linhas ou faixas que podem comprometer a qualidade da imagem e interpretação diagnóstica, podendo ser causados por endurecimento do feixe, movimento, inconsistência de dados ou objetos metálicos. Assim, tornando a imagem CBCT uma ferramenta imprevisível na detecção de fraturas radiculares. (Alaugaily I, et al 2022).

O tratamento de fraturas radiculares é determinado de acordo com a quantidade de remanescente dentário, dessa forma, o tratamento do canal radicular é realizado somente caso a fratura atinja a câmara pulpar, seguido de remoção da cúspide afetada e restauração, podendo esta ser realizada pela técnica direta ou indireta com coroa total ou inlay que cobre a margem da fissura. De acordo com os artigos analisados, segue na tabela abaixo as seguintes fraturas e as opções de tratamento possíveis.

Fratura da cúspide subgengival, com fratura completamente supragengival, ou não mais que 1-3 mm	• Polir o dente e observar, sem fazer uma restauração direta. • Colocar uma restauração direta. • Colocar uma coroa se a estrutura dentária restante fornecer retenção suficiente para uma restauração direta. • Considere colocar uma coroa caso o plano de fratura da cúspide seja delimitado por uma restauração direta, pois a rachadura pode ser resultado do estresse na estrutura dentária causado pela retenção da restauração. Verifique, principalmente, se após a remoção da restauração antiga, a estrutura dentária restante apresentar rachaduras. • Avaliar a necessidade de tratamento endodôntico se houver presença de rachadura.
Fratura da cúspide subgengival maior que 3mm	• Considerar a extração. • Avaliar a possibilidade de cirurgia aumento de coroa caso um segmento

	muito pequeno do perímetro transversal do dente for profundamente subgingival e passível de restauração. • verificar a necessidade de tratamento endodôntico se o plano de fratura cruzar a câmara pulpar.
Fratura de furca, com/sem fratura do teto ou assoalho da câmara pulpar	• Considerar uma coroa se o paciente for jovem e o dente estiver em oclusão. • Observar se a fratura for incipiente e em paciente idoso. • Observar se o dente não estiver em oclusão ou se o dente adjacente for prótese. • Verificar quando um dente posterior com restauração classe II ocupa a crista marginal e possui uma trinca nessa região que não foi restaurada, exigindo coroa para evitar a propagação de trinca.
Fratura de furca, com fratura no teto ou lateral da câmara pulpar	• Colocar coroa em caso de tratamento endodôntico. • Extrair em caso de fratura extensa, se houver fissura no assoalho da câmara pulpar. • Considerar tratamento endodôntico e confecção de coroa, se apenas uma trinca for visível no assoalho da câmara pulpar. • Avaliar a viabilidade da hemisseção em molares com fraturas radiculares isoladas ou a necessidade de implante.
Fratura da raiz	• Extrair em caso de fratura extensa sem possibilidade de restauração. • Refazer o pino, núcleo e coroa com fratura radicular não tornará a raiz mais estável.
Fratura da interface gengival	• Realizar cirurgia de recuperação de espaço biológico seguido de confecção de coroa, caso a interface gengival esteja completamente fraturada • Considerar tratamento endodôntico, confecção de pino e coroa caso a fratura

	seja a fratura for incipiente, com $<1/3$ da área da interface gengival fraturada.
Linha do esmalte	• Acompanhar a evolução, pois nenhum tratamento se faz necessário.

Fratura radicular vertical (FRV) ocorre quando há uma ruptura exclusivamente na raiz do dente, porém esse estresse causado não resulta na separação de uma raiz de outra, podendo ocorrer de forma completa ou incompleta. Essas fraturas geralmente são causadas por cáries na estrutura da raiz ou por presença de retenções intracanaís, resultando em um grande estresse à estrutura da raiz. Além disso, as raízes podem ser fraturadas devido a uma grande pressão ocorrida durante a obturação dos canais radiculares ou uso de força vertical exagerada. As microfissuras podem ocorrer durante o processo de apicectomia com pontas ultrassônicas. As FRV's podem permanecer latentes por longos períodos, podendo ser diagnosticadas apenas quando começam a surgir os primeiros sinais e sintomas no paciente. (Alaugaily I, et al 2022).

Em dentes anteriores e posteriores, a fratura pode ocorrer no sentido mesio-distal ou vestibulo-lingual, sendo esta a mais comum. A fratura de raiz vertical pode envolver todo o comprimento da raiz ou apenas uma secção, envolvendo uma ou duas faces da raiz. (ARAÚJO, Uilianne Borges de, et al 2017).

Por não apresentar sinais, sintomas e características radiográficas precisas, a identificação de fratura radicular vertical (FRV) frequentemente se mostra complicada, podendo ser confundida com uma falha no tratamento endodôntico e até mesmo com uma doença periodontal. (ARAÚJO, Uilianne Borges de, et al 2017).

De acordo com ARAÚJO, Uilianne Borges de, et al 2017, existem alguns exames que facilitam o diagnóstico. Por exemplo, na radiografia esta condição se dá por uma linha horizontal, e, em casos mais graves, há uma nítida separação da porção coronária do restante. Na radiografia periapical, que é o exame mais comumente utilizado para a detecção de FRV, a mudança da angulação do feixe de radiação pode acabar ocultando a fratura. No entanto, na maioria dos casos, o elemento dentário se apresenta com características normais, o que dificulta o seu diagnóstico e, dessa forma, a conduta adequada.

Tendo em vista as limitações da radiografia na identificação da FRV em muitos cenários, a tomografia computadorizada torna-se o método padrão-ouro para visualização das alterações provocadas pela FRV. (ARAÚJO, Uilianne Borges de, et al 2017). Todavia, esta

não é aplicada na prática clínica cotidiana devido ao seu alto custo e difícil acesso na grande parte dos serviços.

Ademais, é de extrema valia a qualificação profissional prévia para correto reconhecimento das alterações radiográficas mínimas que ocorrem em decorrência da FRV, o que também limita a capacidade diagnóstica. (ARAÚJO, Uilianne Borges de, et al 2017).

Da mesma maneira, a presença de uma equipe odontológica multidisciplinar corrobora para o diagnóstico oportuno e aplicação da terapêutica correta da FRV. No entanto, a maior parte das clínicas não possui essa diversidade de profissionais, o que restringe, de certa forma, a identificação dessa patologia. (ARAÚJO, Uilianne Borges de, et al 2017).

4. CONCLUSÃO

De acordo com o exposto, pode-se concluir que o diagnóstico da fratura radicular vertical não é de fácil identificação e, depende de um cuidadoso exame clínico e exames complementares como sondagem periodontal, fistulografia e tomografia computadorizada cone beam. De acordo com a extensão da fratura radicular vertical não existe tratamento eficaz, o que acaba condenando o dente à extração, por isso a importância do seu correto diagnóstico.

5. REFERÊNCIAS

1. Ricucci, D., Siqueira Jr, J. F., Loghin, S., & Berman, L. H. (2015). The cracked tooth: histopathologic and histobacteriologic aspects. *Journal of endodontics*, 41(3), 343-352.
2. Araujo, Uilianne Borges de. Fraturas Radiculares: revisão de literatura. 2017. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Ciências Agrárias e da Saúde, UNIME, Lauro de Freitas, 2017.
3. Mamoun, John S.; napoletano, Donato. Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm. *European journal of dentistry*, v. 9, n. 02, p. 293-303, 2015.
4. Malentacca A, Zaccheo F, Scialanca M, Fordellone F, Rupe C, Lajolo C. Repair of teeth with cracks in crowns and roots: An observational clinical study. *Int Endod J*. 2021 Oct;54(10):1738-1753. doi: 10.1111/iej.13598. Epub 2021 Aug 16. PMID: 34291470.
5. Rivera, E. M., & Walton, R. E. (2008). Cracking the cracked tooth code: detection and treatment of various longitudinal tooth fractures. *Am Assoc Endodontists Colleagues for Excellence News Lett*, 2, 1-19.
6. Liao WC, Tsai YL, Wang CY, Chang MC, Huang WL, Lin HJ, Liu HC, Chan CP, Chang SH, Jeng JH. Clinical and Radiographic Characteristics of Vertical Root Fractures in Endodontically and Nonendodontically Treated Teeth. *J Endod*. 2017 May;43(5):687-693. doi: 10.1016/j.joen.2016.12.009. Epub 2017 Mar 11. PMID: 28292598.
7. Alaugaily I, Azim AA. CBCT Patterns of Bone Loss and Clinical Predictors for the Diagnosis of Cracked Teeth and Teeth with Vertical Root Fracture. *J Endod*. 2022 Sep;48(9):1100-1106. doi: 10.1016/j.joen.2022.06.004. Epub 2022 Jun 14. PMID: 35714728.
8. Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. *Bioengineering (Basel)*. 2023 Mar 13;10(3):354. doi: 10.3390/bioengineering10030354. PMID: 36978746; PMCID: PMC10045528.
9. Patel S, Bhuvu B, Bose R. Present status and future directions: vertical root fractures in root filled teeth. *Int Endod J*. 2022 May;55 Suppl 3(Suppl 3):804-826. doi: 10.1111/iej.13737. Epub 2022 Apr 15. PMID: 35338655; PMCID: PMC9324143.
10. Popescu SM, Diaconu OA, Scriciu M, Marinescu IR, Drăghici EC, Truşcă AG, Bănică AC, Vătu M, Mercuţ V. Root fractures: epidemiological, clinical and radiographic aspects. *Rom J Morphol Embryol*. 2017;58(2):501-506. PMID: 28730236.
11. Bourguignon C, Cohenca N, Lauridsen E, Flores MT, O'Connell AC, Day PF, Tsilingaridis G, Abbott PV, Fouad AF, Hicks L, Andreasen JO, Cehreli ZC, Harlamb S, Kahler B, Oginni A, Semper M, Levin L. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations. *Dent Traumatol*. 2020 Aug;36(4):314-330. doi: 10.1111/edt.12578. Epub 2020 Jul 17. PMID: 32475015.
12. Alshabib A, Abid Althaqafi K, AlMoharib HS, Mirah M, AlFawaz YF, Algamaiah H.

Dental Fiber-Post Systems: An In-Depth Review of Their Evolution, Current Practice and Future Directions. *Bioengineering* (Basel). 2023 May 4;10(5):551. doi: 10.3390/bioengineering10050551. PMID: 37237621; PMCID: PMC10215107.

13. Patel S, Brown J, Semper M, Abella F, Mannocci F. European Society of Endodontology position statement: Use of cone beam computed tomography in Endodontics: European Society of Endodontology (ESE) developed by. *Int Endod J*. 2019 Dec;52(12):1675-1678. doi: 10.1111/iej.13187. Epub 2019 Aug 19. PMID: 31301231.