



**UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA**

O SÍNDROME DO DENTE FISSURADO - UMA REVISÃO NARRATIVA

[The cracked tooth syndrome - a narrative review]

Dissertação de Mestrado

Medicina Dentária

Luce Thi Than Chevrot

Orientador:

Doutor Miguel Martins Soares de Albuquerque Matos

Junho 2024



**UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA**

O SÍNDROME DO DENTE FISSURADO - UMA REVISÃO NARRATIVA

[The cracked tooth syndrome - a narrative review]

Dissertação de Mestrado

Medicina Dentária

Luce Thi Than Chevrot

Orientador:

Doutor Miguel Martins Soares de Albuquerque Matos

Junho 2024

À mon père,

Le premier homme de ma vie, que j'espère rendre fier, qui sera toujours mon modèle, que j'aime et que je n'oublierai jamais.

Merci de m'avoir inspiré dans cette voie.

Je sais que ces études supérieures ont été possibles grâce à toi.

Je retrouve tes codes moraux dans la femme et la dentiste que je veux devenir, dans des détails de mon quotidien, et je ne pourrai être plus heureuse que de te ressembler. Tu demeureras une source d'inspiration permanente. Chaque mots de cette thèse est un héritage et un hommage.

Merci pour tout, et toujours, je t'aime.

À ma mère,

La femme la plus forte que je connaisse.

Merci maman pour ton dévouement et ton soutien.

Cette réalisation est une victoire partagée.

Il est grand temps de t'exprimer ma gratitude, et te dire à quel point je t'aime. Merci infiniment.

Mes remerciements éternels vous sont dédiés.

AGRECIEMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, o professor Miguel Albuquerque Matos, pelo seu acompanhamento, a sua rigor científico e a sua experiência ao longo deste percurso académico.

Também desejo agradecer todo o corpo docente. Um agradecimento especial aos professores Paulo Araujo, Joana Domingues, Beatriz Monteiro, Tiago Reis e Liliana Gavinha, pela suas disponibilidades e conselhos, durante estes dois anos de clínica.

À Louis et Audrey, qui m'ont ouvert la porte de leur cabinet, et qui retrouveront toujours mon téléphone. Merci d'avoir partagé votre expérience.

À Pauline et Jayson, qui m'accompagnent depuis des années, pour leur amitié sans faille. Eux sans qui le plus grand obstacle de ma vie aurait été insurmontable. Je retiendrai toutes ces heures passées à rire, à débattre et ne pas s'écouter parler, à se taquiner, à simplement profiter.

Je pense à toutes nos aventures, nos péripéties, les histoires de cœurs que nous avons vécus ensemble, à chaque café partagé, chaque chanson à Temple Bar, chaque danse à Fé, les couchers de soleil à Jardim do Morro, tous les verres que nous avons trinqué et chaque moment de complicité; ils m'ont été les plus chers ces années.

Merci pour cette amitié si belle et passionnelle, votre patience et affection; et d'avoir vécu aussi intensément à mes cotés.

Au final, c'est vous ma plus belle histoire d'amour.

À mes amis Jean-François, le partenaire idéal pour les canecas et les gin-to; mon binôme Eva, la grande randonneuse, personne ne tient l'aspirateur aussi bien que toi; ma Clémentine, merci d'être mon meilleur public et mon porte bonheur pendant les examens; et Rebecca (ou Barbara) qui nous fait danser jusqu'au bout de la nuit. Quel plaisir c'est, de vous avoir dans ma vie.

J'espère ne jamais perdre ce lien qui nous lie.

Le « Lucette » vous appartient.

À Thaïs, ses merveilleuses pâtisseries, ses conseils, et sa folie que j'adore et partage.

À Marine ma star, son soutien et son humour.

À ces rencontres, qui firent de mes études, une plus belle aventure, Yanis, Mymy & Mymy, Ilianne, Bilal, William, Anaïs.

À Marie-Sophie, pour m'avoir écoutée et avoir veillé sur moi. Merci pour tes conseils, et ce que tu m'inspires avec Louis-Thomas et Jean-Augustin. Il me tarde de rencontrer baby2.

À Marc, mon meilleur ami, et Elisabeth, qui suivirent mes péripéties et qui n'ont jamais manqué de me soutenir, quelles que soient les circonstances. Un immense merci.

À Maurane, qui n'a jamais cessé d'être une amie sur qui je pouvais compter malgré la distance.

À Lucas, ma source de ragots (ou comme on dit chez nous, « rassegues ») préférée, Mickael, Hugo, Romane, Marie, Laurent et Véréna, catalans et Maurynats.

Un clin d'œil à mon rayon de soleil Ziane, et toute l'équipe marseillaise Ahmed, Yassine et Selim.

Sans oublier ma petite Opéra, qui est la plus grande source de douceur au quotidien.

Obrigada.

RESUMO

O Síndrome do Dente Fissurado (SDF) é uma condição complexa que é frequentemente diagnosticada de forma incorreta e pode levar a complicações graves se não tratada adequadamente. Caracterizada por uma fissura microscópica na estrutura dos dentes vitais, geralmente nos molares devido às intensas forças durante a mastigação, o SDF provoca dor aguda e desconforto ao mastigar, afetando significativamente a qualidade de vida do paciente. Sem um tratamento precoce e adequado, essa condição pode progredir até uma fratura completa do dente.

O diagnóstico do SDF é desafiador devido à sua variabilidade clínica, exigindo métodos diagnósticos precisos para determinar a localização e extensão da fissura. As técnicas de diagnóstico são exames visuais e táteis, testes de mordida, sondagem periodontal, testes de vitalidade, uso de corantes, transiluminação, detecção microscópica, radiografias e a adoção de novas tecnologias.

O tratamento varia conforme o tipo e gravidade da fissura e pode incluir desde ajustes oclusais, o uso de anéis de cobre ou bandas ortodônticas, além de coroas temporárias e restaurações de compósito direto até tratamento endodôntico. As restaurações podem ser diretas, com ou sem cobertura cuspídea, utilizando materiais como amálgama ou resina composta, ou indiretas, como inlays, onlays de metal, cerâmica ou resinas compostas adesivas e coroas completas, adequadas para casos mais sérios.

A pesquisa ressalta a necessidade de uma abordagem conservadora, eficaz, previsível, eficiente e econômica para a abordagem do SDF, bem como a importância de intervenções duradouras, como onlays adesivos indiretos ou coroas, para a restauração efetiva da funcionalidade e estética dos dentes afetados. A dissertação também apresenta uma revisão detalhada da literatura sobre o SDF, com base em estudos recentes extraídos de bases de dados reconhecidas como PubMed, Google Scholar e ResearchGate juntamente com uma pesquisa manual nas referências. O estudo visa estabelecer um protocolo claro tanto para o diagnóstico adequado quanto para o plano de tratamento eficaz para o SDF.

Palavras-chave: “Cracked tooth Syndrome”, “Cracked tooth”, “síndrome do dente fissurado”, e “síndrome do dente rachado”

ABSTRACT

The Cracked Tooth Syndrome (CTS) is a complex condition that is often misdiagnosed and can lead to serious complications if not properly treated. Characterized by a microscopic fissure in the structure of vital teeth, typically in molars due to the intense forces during chewing, CTS causes sharp pain and discomfort when chewing, significantly affecting the patient's quality of life. Without early and appropriate treatment, this condition can progress to a complete fracture of the tooth.

Diagnosing CTS is challenging due to its clinical variability, requiring precise diagnostic methods to determine the location and extent of the fissure. Diagnostic techniques include visual and tactile examinations, bite tests, periodontal probing, vitality tests, use of dyes, transillumination, microscopic detection, radiography, and the adoption of new technologies.

Treatment varies depending on the type and severity of the fissure and can range from occlusal adjustments, the use of copper rings or orthodontic bands, as well as temporary crowns and direct composite splints to endodontic treatment. Restorations can be direct, with or without cusp coverage, using materials such as amalgam or composite resin, or indirect, such as inlays, metal onlays, ceramics, or adhesive composite resins, and full crowns, suitable for more severe cases.

The research emphasizes the need for a conservative, effective, predictable, efficient, and economical approach to managing CTS, highlighting the importance of lasting interventions, such as indirect adhesive onlays or crowns, for effective restoration of tooth functionality and aesthetics. The dissertation also presents a detailed review of the literature on CTS, based on recent studies from recognized databases such as PubMed, Google Scholar, and ResearchGate with a manual search of references. The study aims to establish a clear protocol for both accurate diagnosis and an effective treatment plan for CTS.

Keywords: "Cracked tooth Syndrome," "Cracked tooth," "Síndrome do dente fissurado," and "Síndrome do dente rachado."

ÍNDICE GERAL

RESUMO	I
ABSTRACT	III
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTAS DE ABREVIATURAS	XI
I. INTRODUÇÃO	1
1. Materiais utilizados e métodos	1
2. História do Síndrome do Dente Fissurado	2
3. Definição e classificações	2
4. Incidência	7
II. DESENVOLVIMENTO	11
1. Fatores etiológicos	11
1.1 Procedimentos restauradores	11
1.2 Fatores oclusais	13
1.3 Fatores de desenvolvimento	14
1.4 Fatores diversos	17
2. Sintomas e dor	22
3. Meios de diagnóstico	26
3.1 Histórico do paciente	26
3.2 Exame visual	27
3.3 Exame tátil	27
3.4 Teste de mordida	27

3.5 Sondagem periodontal	28
3.6 Teste de vitalidade	29
3.7 Teste com colorantes	29
3.8 Transiluminação	30
3.9 Detecção microscópica	32
3.11 Novas tecnologias	34
4. Tratamentos	35
4.1 Tratamento imediato	36
4.1.1 Ajustes oclusais	36
4.1.2 Anel de cobre ou uma banda ortodôntica de aço inoxidável	37
4.1.3 Coroa temporária	38
4.1.4 Férula de compósito direto (Direct composite splint) FCD	38
4.2 Tratamentos diretos sem recobrimento da cúspide	42
4.2.1 Amálgama	42
4.2.2 Resina composta	42
4.3 Tratamentos diretos com recobrimento da cúspide	43
4.3.1 Amálgama	43
4.3.2 Resina composta	44
4.4 Tratamentos Indiretos	45
4.4.1 Inlays	45
4.4.2 Onlays metálicos	46
4.4.3 Onlays cerâmicos	48
4.4.4 Onlays de resina composta adesiva	49
4.4.5 Coroas totais	50
4.5 Tratamento endodôntico	53
5. Discussão	54
III. CONCLUSÃO	57
IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A Classificação do SDF por FDI	5
Figura 2. A classificação do SDF por AAE	6
Figura 3. Mecanismo que explica por que a dor é sentida durante a “descarga” ao verificar se há SDF	24
Figura 4. Teste de mordida com Tooth Sloth	28
Figura 5. Dente fissurado com coloração de azul de metileno	30
Figura 6. Cúspide fraturada visível com transiluminação	31
Figura 7. Linhas de fissuras mostradas por FQL	32
Figura 8. Linhas de fissuras mostradas por micro-TC	33
Figura 9. Linhas de fissuras mostradas por TCO	34
Figura 10. Banda ortodôntica	37
Figura 11. Teste de férula composta de suporte localizada	39
Figura 12. FCD	41
Figura 13. SDF tratado com resina composta direta	43
Figura 14. SDF num molar mandibular tratado com onlay ouro tipo III	47
Figura 15. SDF tratado com onlay de resina composta indirecta	50
Figura 16. SDF tratado com coroa total utilizando CAD-CAM	52
Figura 17. Tratamentos por SDF	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Classificações do SDF	3
Tabela 2. Distribuição dos pacientes com dente fissurado de acordo com a idade e sexo dos pacientes	8
Tabela 3. Distribuição de dentes fissurados no maxilar e mandibular	8
Tabela 4. Fatores etiológicos do SDF por Lynch e McConnell	20
Tabela 5. Fatores etiológicos do SDF por Torres	20
Tabela 6. Fatores etiológicos do SDF classificados por iatrogênicos ou odontiatrogênicos	21
Tabela 7. Tecidos envolvidos da estrutura dentária e seus sintomas	22

LISTAS DE ABREVIATURAS

CAD-CAM Desenho assistido por computador- Manufatura assistida por computador
(computer-aid design – computer aid manufacturing)

CAT Cefalia autonômica trigeminal

CBCT Tomografia Computadorizada de feixe cônico (Cone Beam Computed Tomography)

CNN Redes neurais convolucionais (Convolution Neural Networks)

DMSO Dimetilsulfóxido

FCD Férula de compósito directo (Direct Composite Splint)

FDI World Dental Federation

FQL Fluorescência Quantitativa induzida por Luz

FOTI Transiluminação a fibra óptica

FVR Fratura Vertical Radicular

JDE Junção dentina-esmalte

MD Meglumina Diatrizoato

Micro-TC Micro Tomografia Computadorizada

MOD Mesio-ocluso-distal

NaI Iodeto de Sódio

PSP Profundidade de Sondagem Periodontal

RTCP Radioterapia na região cabeça e pescoço

SDF Síndrome do dente fissurado

TCO Tomografia por Coerência Óptica

I. INTRODUÇÃO

A saúde bucal é um componente vital do bem-estar geral, e as patologias dentárias representam uma preocupação permanente tanto para os pacientes quanto para os profissionais da Medicina Dentária. Entre essas patologias, o síndrome do dente fissurado (SDF) emerge como uma condição complexa e frequentemente mal-diagnosticada, que pode levar a consequências severas se não identificada e tratada adequadamente. Caracterizado por um crack microscópico na estrutura dentária, este síndrome manifesta-se por meio de sintomas como dor aguda e desconforto ao mastigar, afetando significativamente a qualidade de vida do paciente.

A complexidade do diagnóstico do SDF reside na sua apresentação clínica variável e na necessidade de métodos diagnósticos precisos para identificar a localização e a extensão da fissura. Além disso, a evolução do entendimento sobre esta condição reflete os avanços tecnológicos e metodológicos na Medicina Dentária, exigindo uma revisão constante das melhores práticas clínicas.

O presente estudo visa descrever os diferentes tipos de manifestação deste síndrome, a etiologia, os mecanismos fisiopatológicos, os métodos diagnósticos e as opções terapêuticas. Através de uma revisão detalhada da literatura e de estudos de casos clínicos, esta dissertação busca contribuir para o aprimoramento das estratégias clínicas empregadas, visando melhorar os tratamentos propostos para os pacientes e otimizar as abordagens preventivas e terapêuticas adotadas pelos Médicos Dentistas.

1. Materiais utilizados e métodos

Esta é uma revisão narrativa qualitativa que define e descreve o SDF, os fatores etiológicos intrínsecos e extrínsecos, as técnicas de diagnóstico usadas. O objetivo deste trabalho é tentar estabelecer um protocolo de atuação, quer para o correcto diagnóstico, quer para um plano de tratamento neste tipo de casos.

A revisão da literatura inclui busca de artigos científicos em bases de dados eletrônicas como PubMed, Google Scholar, ResearchGate. As palavras-chave utilizadas para buscas são "Cracked tooth Syndrom", "Cracked tooth", "síndrome do dente fissurado", "síndrome do dente rachado". Os artigos utilizados podem ser revisões narrativas, relatos de casos clínicos e investigações.

Os critérios de inclusão são artigos publicados em inglês e português disponíveis gratuitamente em PDF os últimos dez anos (2013-2023).

Os critérios de exclusão são artigos com custos adicionais e anteriores a 2013.

Dos artigos são exceções aos critérios de exclusão: “The cracked tooth conundrum : Terminology, classification, diagnosis and management” de Khaler, 2008 e “Cracked tooth syndrome” de Banerji, Mehta e Millar, 2010. Eles são utilizados por razões de pertinência científica, especialmente o artigo dos autores Banerji, Mehta e Millar. Eles contribuíram para o desenvolvimento de um possível novo protocolo e são autores de inúmeras obras utilizadas que servem de base para novas publicações.

No total, foram selecionados 324 artigos elegíveis. Após a seleção com os critérios de inclusão, 87 artigos foram aceitos, e nesta dissertação foram utilizados 37 artigos.

2. História do Síndrome do Dente Fissurado

O SDF foi descrito pela primeira vez por Cameron em 1964: “uma fratura crítica incompleta do dente posterior que inclui a dentina estendendo-se até a polpa, muitas vezes difícil de detectar”. Ao longo dos anos, esta definição evoluiu para incluir diversas manifestações clínicas e radiográficas. No final da década de 1970, Maxwell e Braly propuseram a denominação de fratura dentária incompleta. De acordo com Luebke em 1984, as fraturas podem ser categorizadas como completas ou incompletas, embora existam outras designações como síndrome da raiz rachada, fratura fina, fratura sutil do dente, fissura no esmalte, trinca na coroa, linhas de trinca e rachaduras na estrutura do dente, também são utilizadas. Desde então, inúmeras pesquisas forneceram informações sobre os mecanismos subjacentes e as opções de tratamento para o SDF. Em 2001, Ellis mudou a definição: “um plano de fratura de profundidade e direção desconhecidas que passa pela estrutura dentária que, se ainda não estiver envolvido, pode progredir para se comunicar com a polpa e/ou ligamento periodontal”. (Hasan, et al., 2015)

3. Definição e classificações

O síndrome do dente fissurado descreve uma condição onde ocorre uma fratura ou fissura, muitas vezes não visível a olho nu, num dente vital, comum nos molares devido às intensas forças oclusais aplicadas durante a mastigação. Essa fratura pode ser parcial ou completa, situando-se em um plano de tensão e afetando frequentemente a dentina, com a possibilidade de se estender até a polpa. A gravidade dessa fratura varia: pode ser leve, causando apenas sensibilidade e não requerendo tratamento invasivo, ou pode ser grave,

necessitando de tratamento endodôntico ou até mesmo levando à perda do dente. (Banerji, et al., 2010; Li et al., 2021).

Vários sistemas de classificação que normalmente se concentram nas características da fissura, como seu tipo ou localização, a direção e extensão da fissura, bem como o potencial para sintomas e/ou desenvolvimentos patológicos. A classificação evoluiu ao longo do tempo; de Pruden em 1971, depois com Talim e Gohil em 1974, Luebke em 1984, Williams em 1988, Tatum em 1998, e Clark et al em 2003. Elas estão descritas na Tabela 1. (Kahler, 2008; Khovidhunkit e Songmanee, 2014)

Tabela 1. *Classificações do SDF*

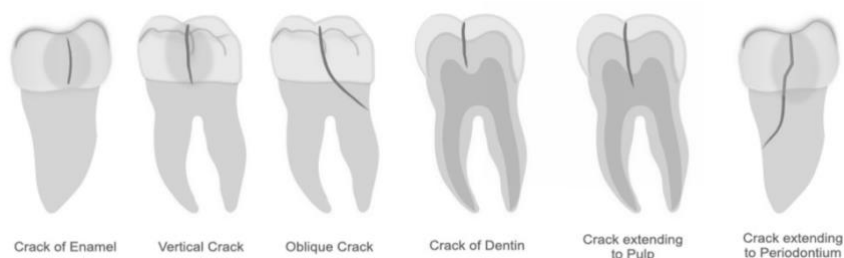
Pruden	
Linha de fissuras	1. Sem separação das partes, sem sintomas de dor 2. Sem separação aparente, mas o dente sensível à percussão ou o paciente apresenta dor persistente e vaga, que não está claramente relacionada ao dente
Cúspide Fraturada	1. Sem dor ou envolvimento pulpar 2. Envolvimento pulpar possível
Coroa Fraturada	1. Sem envolvimento pulpar 2. Polpa afetada
Ponta da Raiz Fraturada	
Talim e Gohil	
Classe 1: Fratura envolvendo o esmalte	a. Horizontal ou oblíqua b. Vertical 1. Completa 2. Incompleta
Classe 2: Fratura envolvendo esmalte e dentina, sem afetar a polpa	a. Horizontal ou oblíqua b. Vertical 1. Completa 2. Incompleta
Classe 3: Fratura de esmalte e dentina com envolvimento da polpa	a. Horizontal b. Vertical 1. Completa 2. Incompleta
Classe 4: Fratura das raízes	a. Vertical ou oblíqua 1. Com envolvimento da polpa 2. Sem envolvimento da polpa b. Horizontal 1. Terço cervical 2. Terço médio 3. Terço apical
Luebke	
Classe 1	Incompleta, supra-óssea sem defeito periodontal

Classe 2	Incompleta, intraóssea com um pequeno defeito periodontal
Classe 3	Completa ou incompleta, intraóssea com um grande defeito periodontal
Williams	
Categoria 1	Fratura vertical incompleta através do esmalte até a dentina, mas não atingindo a polpa
Categoria 2	Fratura incompleta da coroa envolvendo a polpa
Categoria 3	Fratura vertical incompleta atravessando o ponto de fixação
Categoria 4	Fratura que divide o dente completamente
Tatum	
Tipo 1	Fissuras no esmalte (linhas de fenda)
Tipo 2	Fissuras na dentina
Tipo 3	Fissuras envolvidas na polpa
Tipo 4	Fissuras nas cúspides
Tipo 5	Fissuras coronais
Tipo 6	Fissuras nas cristas marginais
Tipo 7	Sulcos e fissuras
Tipo 8	Fissuras na área cervical
Tipo 9	Fissuras de desgaste do meio do dente (abfrações)
Clark et al.	
Tipo 1 de fissuras	Pouco ou nenhum risco de patologia subjacente
Tipo 2 de fissuras	Risco moderado de patologia subjacente
Tipo 3 de fissuras	Alto risco de patologia subjacente

Nota. “The cracked tooth conundrum: Terminology, classification, diagnosis, and management”, Kahler, 2008

O World Dental Federation (FDI) introduziu uma nova classificação para o síndrome do dente fissurado, oferecendo uma abordagem alternativa e detalhada para facilitar o trabalho dos Médicos Dentistas. Esta classificação, desenvolvida pela FDI em 2022, difere da proposta pela American Association of Endodontists (AAE) ao incluir seis subdivisões, as quais detalham especificamente os tecidos dentários envolvidos, como esmalte, dentina, polpa e periodonto. Na figura 1, pode observar-se as apresentações clínicas deste classificação. (Korkut, et al., 2023)

Figura 1. A Classificação do SDF por FDI



Nota. Copyright “Cracked Tooth Syndrome and Strategies for Restoring” de Korkut, et al., 2022.

A classificação mais utilizada, e que vai ser a utilizada nesta revisão, foi feita por pela American Association of Endodontists (AAE) em 2008. Esta classificação divide em cinco grupos os dentes afetados do SDF observados na **Figura 2**.

- Linhas de fissura do esmalte: Nos dentes posteriores, estas linhas de fissura são geralmente visíveis cruzando as cristas marginais e estendendo-se pelas superfícies bucal e lingual. Linhas de fissura verticais longas aparecem com frequência nos dentes anteriores. Como afetam apenas o esmalte, não provocam dor e não representam preocupação além da estética. (AAE, 2008, pp. 3-4)

- Fratura de cúspide: O termo cúspide fraturada refere-se a uma fratura completa ou incompleta que se inicia na coroa do dente e se estende subgingivalmente, direcionando-se geralmente tanto mesiodistal quanto buco-lingualmente. A fratura envolve, na maioria das vezes, pelo menos dois aspectos da cúspide, atravessando a crista marginal e estendendo-se por um sulco bucal ou lingual. A fratura prolongar-se-á até o terço cervical da coroa ou raiz. (AAE, 2008, p. 4)

- Dente fissurado: Um dente fissurado é caracterizado como uma fratura incompleta que se origina na coroa e se estende subgingivalmente, normalmente em uma direção mesiodistal. A fratura pode atravessar uma ou ambas as cristas marginais e as superfícies proximais. A localização da fratura limita-se à porção da coroa do dente ou pode estender-se da coroa até a raiz proximal. Os dentes fissurados são descritos como fraturas incompletas (tipo greenstick), o que também descreve sua forma. Oclusalmente, a fissura é mais centralizada e apical

do que uma cúspide fraturada, sendo, portanto, mais propensa a causar patologias pulpares e periapicais à medida que se estende apicalmente. (AAE, 2008, p. 4)

- Dente fraturado: O termo "dente fraturado" refere-se a uma fratura completa que se origina na coroa e se estende subgingivalmente, com direção geralmente mesiodistal através das cristas marginais e das superfícies proximais. A fratura está localizada na parte coronária e estende-se da coroa até a raiz proximal. Uma fissura mais centralizada na oclusão tende a estender-se mais apicalmente. Um dente fraturado é a evolução (resultado final) de um dente fissurado; a fratura agora é completa e estende-se até uma superfície em todas as áreas. A superfície da raiz envolvida está no terço médio ou apical, geralmente estendendo-se em direção ao lingual. Não existem conexões de dentina, e os segmentos do dente estão agora completamente separados. A divisão pode ocorrer subitamente, mas é mais provável que resulte do crescimento a longo prazo de um dente fissurado incompleto. (AAE, 2008, p. 6)

- Fratura vertical da raiz (FVR): Uma fratura radicular vertical "verdadeira" é definida como uma fratura completa ou incompleta que começa na raiz em qualquer nível, geralmente com orientação bucolingual. A fratura pode afetar uma superfície proximal (bucal ou lingual) ou ambas as superfícies proximais bucal e lingual. Localiza-se exclusivamente na parte radicular do dente e pode estender-se em direção coronal até à zona periodontal cervical. Uma FVR pode estender-se por todo o comprimento da raiz ou manifestar-se como uma fissura mais curta em qualquer ponto ao longo da raiz. A fissura pode ou não alcançar ambas as superfícies bucal e lingual. (AAE, 2008, p. 6)

Figura 2. A classificação do SDF por AAE



Nota. « Cracked Tooth Syndrome and Strategies for Restoring » de Korkut, *et al.*, 2022.

Há dois padrões típicos de formação de fissuras:

- O primeiro acontece quando a fissura se localiza no centro, segue os túbulos dentinários e pode progredir até atingir a polpa.
- O segundo padrão acontece quando a fissura se orienta mais para a periferia e pode levar a uma fratura da cúspide.

Homewood notou em 1998, que a maioria das fraturas tende a formar-se de maneira quase paralela às forças aplicadas nas inclinações cuspídeas. Nas restaurações grandes, as fissuras costumam ser mais superficiais e podem causar sintomas mais leves ou nenhum sintoma. Nas restaurações pequenas, as fissuras podem ser mais profundas e próximas à polpa, levando a sintomas mais intensos. Quando forças de cunha são aplicadas a ambas as inclinações cuspídeas, bucais e linguais, a fissura resultante pode desenvolver-se no centro do dente e avançar em direção à polpa, especialmente em dentes que não foram restaurados. (John, et al., 2015)

4. Incidência

Estudos sobre a frequência do síndrome do dente fissurado apresentam resultados divergentes. O SDF afeta principalmente adultos, normalmente entre 30 e 60 anos de idade. Um estudo notou que a maior incidência de fraturas incompletas ocorre entre os 30 e 39 anos, o que aponta para uma tendência de aumento no número de jovens afetados pela síndrome do dente fissurado. Por outro lado, uma pesquisa inicial conduzida por Cameron em 1976 sugeria uma prevalência maior da condição em pacientes femininos. (Banerji, et al., 2010; Shetty, et al., 2014)

Piboonniyom Khovidhunkit e Songmanee, em 2014, realizaram um estudo para investigar a prevalência de dentes fissurados. Foram selecionados 200 pacientes, e 97% deles apresentaram dentes fissurados (197 de 200). (Piboonniyom Khovidhunkit e Songmanee, 2014)

Tabela 2. *Distribuição dos pacientes com dente fissurado de acordo com a idade e sexo dos pacientes*

Idade	Todos os pacientes (pessoas)			Pacientes com dente fissurados (pessoas)			
	Homen	Mulher	Total	Homen	Mulher	Total	%
12-20	1	14	15	0	12	12	80
21-30	11	36	47	11	34	45	98,74
31-40	10	27	37	9	27	36	97,29
41-50	12	35	47	12	35	47	100
51-60	5	26	31	5	26	31	100
61-70	2	12	14	2	12	14	100
71-80	2	7	9	2	7	9	100
Total	43	157	200	41	153	194	97

Nota. « Prevalence of cracked tooth in a group of patients at the Faculty of Dentistry, Mahidol University », de Piboonniyom Khovidhunkit e Songmanee, 2014

A prevalência de dentes fissurados aumentou com a idade dos pacientes. Um aumento significativo de fraturas é observado entre os 30 e os 49 anos. A diminuição dessas fraturas a partir dos 50 anos é atribuída à perda de dentes e à presença de restaurações que protegem os dentes contra fratura, mesmo se, ao nível do percentagem, ele é de 100% a partir de essa idade. Parece também, que 80% ou mais pacientes, têm um mínimo de um dente com fissura, a partir de 12 anos. (Piboonniyom Khovidhunkit e Songmanee, 2014)

Tabela 3. *Distribuição de dentes fissurados no maxilar e mandibular*

Tipo de dente	Número total de dentes	Nº de dentes com fissuras	%
Maxilar 3º molar	118	13	11,02
Maxilar 2º molar	339	113	33,33
Maxilar 1º molar	310	194	62,58
Maxilar 2º pre-molar	348	136	39,08
Maxilar 1º pre-molar	323	129	39,94
Maxilar canino	371	214	57,68
Maxilar incisivo lateral	359	97	27,02
Maxilar incisivo central	347	110	31,70
Mandibular 3º molar	136	29	21,32
Mandibular 2º molar	300	109	36,33
Mandibular 1º molar	261	155	59,38
Mandibular 2º pre-molar	354	138	38,98
Mandibular 1º pre-molar	355	141	39,71
Mandibular canino	394	101	25,63
Mandibular incisivo lateral	388	108	27,83
Mandibular incisivo central	393	145	36,90
Numero total de dentes	5096	1932	37,90

Nota. « Prevalence of cracked tooth in a group of patients at the Faculty of Dentistry, Mahidol University », de Piboonniyom Khovichunkit e Songmanee, 2014

Esta tabela, mostra que os primeiros molares maxilares, os primeiros molares mandibulares, os primeiros pré-molares maxilares, os primeiros pré-molares mandibulares são os dentes posteriores o mais afectados. Os caninos têm uma grande percentagem de fissuras, o que pode ser devido do seu papel de função de guias. (Piboonniyom Khovichunkit e Songmanee, 2014)

Por outro lado, alguns estudos não concordam totalmente com os dados anteriores e apresentam que os primeiros molares mandibulares, depois os primeiros e segundos pré-molares maxilares, primeiros molares maxilares, segundos molares mandibulares, e por fim, primeiros pré-molares mandibulares como os dentes mais afetados. (Sturgill, 2017). Hiatt em 1973 avaliou que os dentes mais envolvidos são : os segundos molares mandibulares, os primeiros molares mandibulares, os pré-molares maxilares, e os primeiros molares maxilares. (Hasan, et al., 2015)

Os molares mandibulares poderiam ter uma maior prevalência de fissuras devido a contatos prematuros durante a oclusão: o efeito de pressão exercido pela cúspide mesiopalatina saliente dos primeiros molares superiores sobre os primeiros molares inferiores pode aumentar nessa susceptibilidade, também impactado por fatores como a má oclusão. São os dentes permanentes que erupcionam em primeiro lugar, e como tal têm maior predisposição para desenvolver cáries e, conseqüentemente, necessitar de tratamentos restauradores, o que os torna mais vulneráveis a fissuras e fraturas. (Hasan, et al., 2015)

O artigo de Banerji, et al., em 2010, enuncia diferentes estudos sobre a incidência do SDF:
- Geursten, *et al.*: “ As fraturas dentárias representam uma das principais causas de perda dentária no mundo industrializado. No entanto, há uma escassez significativa de dados sobre a incidência da síndrome do dente fissurado.”

- Krell, *et al.*: “uma taxa de incidência de 9,7% em 8.175 pacientes encaminhados a um consultório endodôntico privado ao longo de seis anos”. (Banerji, et al., 2010)

A pandemia prolongada de COVID-19 afetou diversos aspectos da saúde pública oral. Em 2022, um estudo conduzido por Nosrat, et al., investigou o impacto da COVID-19 na etiologia de doenças endodônticas, focando particularmente no aumento da incidência de

dentes fissurados. Mas este estudo é muito limitado, foi realizado com apenas dois consultórios de endodontia, sendo um em Washington, onde a influência geopolítica e econômica é mais acentuada comparada à média do restante dos Estados Unidos. Assim, o aumento poderia ser devido ao aumento do stresse e, conseqüentemente, do bruxismo, durante esse período. (Nosrat, et al., 2022)

II. DESENVOLVIMENTO

1. Fatores etiológicos

A origem do SDF frequentemente envolve múltiplos fatores. Entender os elementos que aumentam o risco de fissuras dentárias é crucial para prevenir fraturas. A pressão constante exercida sobre o dente durante a mastigação pode, de forma gradativa e progressiva, exacerbar uma pequena fissura, levando a uma fratura completa do dente. Esse processo pode resultar no comprometimento da dentina e, eventualmente, afetar a polpa e o ligamento periodontal. (Avelar, et al., 2017)

Geurtsen demonstrou que "forças excessivas aplicadas a um dente saudável ou forças fisiológicas aplicadas a um dente fragilizado resultam em uma fratura incompleta do esmalte ou da dentina."

Lynch e McConnell em 2002 classificaram a etiologia em quatro categorias principais: procedimentos restauradores, fatores oclusais, fatores de desenvolvimento e fatores diversos. (**Tabela 4**) (Hasan, et al., 2015)

TORRES em 2013 classificou a etiologia das fraturas dentárias. Elas podem estar ligados a diversos fatores que influenciam o início ou a expansão da fratura. Ela foi dividida em quatro grupos principais: procedimentos operatórios e restauradores, oclusão do paciente, causas de desenvolvimento dentário e causas variadas. (**Tabela 5**) (Avelar, et al., 2017)

Essas duas classificações são quase semelhantes. Nesta dissertação, elas estão listadas sob forma de tabelas, e a classificação de Lynch é mais detalhada a seguir. Podem também estar classificadas por: fatores não iatrogênicos e fatores odonto iatrogênicos, tal como explicada na **Tabela 6**.

1.1 Procedimentos restauradores

Ratcliff et al. encontraram que procedimentos de restauradores podem reduzir a força estrutural dos dentes, elevando o risco de fissuras dentárias em até quase 29 vezes. (Li, et al., 2021)

O desenho e a extensão do preparo cavitário são fatores que influenciam, dado que diminuem a dureza do dente e também podem levar à formação de dentes fissurados. Preparos cavitários extensos que envolvem um grande desgaste nas direções vestibulo-

lingual, a eliminação de cristas marginais e uma profundidade excessiva podem enfraquecer o dente. Isso é particularmente verdadeiro para preparos méso-ocluso-distal (MOD) de grande porte, que comprometem a integridade dentária. A profundidade acentuada de um preparo MOD, aliada às forças de mastigação laterais, pode gerar stresse nas paredes internas e forças de tração, levando a fraturas verticais completas ou incompletas da raiz. Portanto, a restauração de um dente sempre carrega o risco aumentado de fraturas, devido à diminuição do suporte estrutural do dente. (Avelar, et al., 2017)

Além disso, a colocação de resina composta sem técnica incremental, a pressão hidráulica excessiva durante a fixação de inlays, onlays, coroas ou pontes, particularmente quando estas restaurações são muito ajustadas, pode provocar stresse na estrutura dentária remanescente, resultando em fraturas potenciais. (Banerji, et al.,2010)

Restaurações amplas de amálgama em molares mandibulares costumam estar associadas à presença de fissuras nos dentes. Quando uma restauração de amálgama de qualidade baixa é realizada ou quando o amálgama recém aplicado é contaminado por humidade e pressão excessiva de condensação durante o procedimento restaurador, isso pode levar ao desenvolvimento do SDF. (Li, et al., 2021)

Numa restauração em amálgama, as paredes axiais da preparação são convergentes em direção ao oclusal, resultando em forças direcionadas para o oclusal que exercem pressão sobre os planos de tensão das cúspides. No caso de uma preparação para inlay, as paredes divergem em direção oclusal, e assim, as forças dirigidas para apical impõem stresse nesses mesmos planos de tensão cuspidais. Após remoção da restauração, poderá identificar-se uma linha de fratura situada onde anteriormente correspondia ao aspecto apico lateral da restauração. (Mamoun e Napoletano, 2015)

As características e os desempenhos das restaurações são também um fator etiológico a ter em conta. Materiais metálicos são mais propensos a induzir o SDF em comparação aos materiais não metálicos, devido à diferença no coeficiente de expansão térmica entre o dente e o material de restauração, o que pode ser um fator contribuinte para a SDF. A deformação do material restaurador, seja por forças externas ou pelo ambiente bucal, resulta numa distribuição de força de mordida anormal, aumentando o risco de SDF.

Assim, a escolha do material de restauração, considerando suas propriedades, é crucial para evitar a formação de fissuras nos dentes. (Li, et al., 2021).

Em algumas ocasiões, a aplicação de forças intensas na compactação lateral da gutapercha ou durante a cimentação de um espigão pode resultar no aparecimento de fissuras verticais. (Shetty, et al., 2014)

Restaurações intracoronárias do dente podem aumentar o risco de formação de fissuras, especialmente quando criam ângulos internos acentuados ou seguem desenhos antigos para remoção de cárie, tornando assim a estrutura dentária mais frágil e concentrando stresse. Diversos métodos de restauração, como a fricção que ocorre na colocação de espigões ou pinos, podem impor stresse adicional à estrutura dentária restante, levando ao aparecimento de fissuras. (Li, et al., 2021)

1.2 Fatores oclusais

Trucshowksy avançou, em 1991, que a principal causa do SDF é um "acidente de mastigação", que ocorre ao morder de forma abrupta um objeto rígido, como um osso, com força exagerada. Diversos outros alimentos ou objetos também são commumente relacionados a esse fenômeno. (Banerji, et al., 2010)

Helkimo et al., em 1978, estabeleceram que a força de mordida máxima entre molares naturais varia entre 10 a 73 kg, tendo como média 45,7 kg para homens e 36,4 kg para mulheres. A distribuição de força entre molares, pré-molares e incisivos é, estimado respectivamente, de 4:2:1, com forças significativamente maiores sendo exercidas em dentes mais próximos ao seu determinante oclusal posterior (a junção temporomandibular). (Banerji, et al., 2010)

Defeitos na estrutura do dente, como sulcos oclusais profundos, extensos sulcos radiculares verticais, bifurcações e espaços pulpares ampliados, são características que podem levar a dentes com SDF. Áreas específicas dos dentes podem mostrar-se estruturalmente debilitadas devido a uma fusão incompleta das regiões calcificadas durante o desenvolvimento dentário. Tais áreas específicas podem igualmente contribuir para o desenvolvimento do SDF. (Li, et al., 2021)

A anatomia dentária pode ser um fator predisponente para o SDF. Sendo os molares mandibulares os mais afetados, podendo ser isso devido à posição ou inclinação das cúspides. A cúspide disto-lingual dos molares mandibulares apresenta maior propensão a sofrer de fissuras ou fraturas. Geralmente, a falta de guias incisais ou caninas pode resultar em forças excêntricas. O desgaste nos caninos é uma forte evidência de que os dentes posteriores estão em contato excêntrico, o que representa um indicativo importante de que esses dentes estão propensos a sofrer fraturas. Cúspides não funcionais tendem a ser mais vulneráveis a fraturas em comparação com as funcionais, possivelmente devido às suas dimensões. As cúspides funcionais são notavelmente maiores em sua dimensão buco-lingual e revestidas por uma camada de esmalte mais espessa. Embora as cúspides funcionais sejam apoiadas tanto nas inclinações internas quanto nas externas pelo dente antagonista, as cúspides não funcionais são mais propensas a fraturas devido a forças oclusais laterais exercidas sem o suporte adequado da inclinação externa. Observou-se também que as cúspides não funcionais dos molares possuem inclinações mais acentuadas. Sendo as inclinações das cúspides guias dos movimentos laterais em funções oclusais de grupo, essas cúspides podem sofrer de forças oclusais intensificadas. Caso outros dentes da arcada dentária tenham sido restaurados com inclinações cuspais mais suaves, as cúspides mais inclinadas ficam mais expostas ao risco. A modelagem excessiva de uma restauração ao ser aplicada, levando à perda do contato oclusal correto, pode causar a extrusão do dente. Isso altera a relação entre cúspides e fossas, resultando em fratura das cúspides não funcionais. (Soares, et al., 2019).

Os hábitos orais são um fator não iatrogênico do SDF, como mastigação unilateral prolongada ou bruxismo. Hábitos de bruxismo, especialmente aqueles que ocorrem à noite, podem resultar em forças oclusais significativas. Isso deve-se, possivelmente, à inibição dos mecanismos corticais de controle durante o sono, o que permite a aplicação de forças mais intensas ao ranger os dentes. (Shetty, et al., 2014)

1.3 Fatores de desenvolvimento

Vários fatores morfológicos podem ser responsáveis por dentes com SDF, incluindo sulcos oclusais profundos, sulcos radiculares verticais acentuados ou bifurcações, espaços pulpares amplos, ângulos cuspidos acentuados e cúspides méso-palatina proeminentes nos primeiros molares superiores maxilares associadas a molares inferiores com

inclinação lingual. Esses fatores aumentam o risco de SDF, e acredita-se que molares com inclinações cuspídeas pronunciadas têm maior probabilidade de sofrer perda completa por fratura de ambas as cúspides linguais. (Shetty, et al., 2014; Banerji, et al., 2010)

Um estudo realizado por Xie et al., em 2017 investigou a influência da inclinação das cúspides na ocorrência de fissuras dentárias. Foram utilizados 40 pré-molares maxilares, divididos em quatro grupos. O Grupo 4 serviu como grupo controle, enquanto os Grupos 1, 2 e 3 tiveram a inclinação dos cúspides aumentadas em 10°, 15° e 20°, respectivamente. Essa configuração permitiu uma análise comparativa para observar como o aumento na inclinação das cúspides afeta a predisposição dos dentes ao desenvolvimento de fissuras. Foi demonstrado que a inclinação das cúspides joga um papel na predisposição dos dentes às fraturas. Ângulos mais íngremes das cúspides resultam em maior tensão e uma maior predisposição a fraturas mais complexas. Os dentes do grupo 3, com maiores inclinações das cúspides apresentaram fraturas radiculares e coroas radiculares mais severas: foi o único grupo onde ocorreram "fraturas coronoradiculares no terço superior da raiz com comprimento radicular <18 mm" e "fraturas coronoradiculares nas porções média e inferior dos dois terços da raiz". O grupo de controle 4, exibiu predominantemente fraturas coronárias e não apresentou fraturas radiculares. Este estudo demonstrou que é importante considerar a anatomia dentária, em particular a inclinação dos cúspides, para avaliar o risco de fraturas e adaptar os tratamentos restauradores. (Xie, et al., 2017)

O esmalte dentário é o tecido mais calcificado do corpo humano, e é composto por cerca de 90% de matéria mineral, formando uma camada externa rígida e resistente ao desgaste que reveste a coroa do dente. Devido à sua alta mineralização, o esmalte é frágil, susceptível a fissuras que geralmente se originam de falhas na sua base e se estendem até a superfície oclusal. Estas falhas incluem fissuras longitudinais e marginais. As fissuras longitudinais podem dividir-se em dois tipos: fissuras radiais e fissuras medianas. As fissuras radiais surgem de imperfeições já existentes na sua base e avançam em direção à superfície oclusal. As fissuras medianas originam-se de defeitos gerados por cisalhamento, diretamente abaixo da carga na superfície oclusal, e depois se propagam verticalmente através da espessura do esmalte. As marginais derivadas de defeitos intrínsecos na junção dentina-esmalte (JDE). (Yahyazadehfar, 2014)

Estes defeitos intrínsecos são defeitos microestruturais que atuam como pontos iniciais para o desenvolvimento de fissuras, estendendo-se do JDE até a superfície oclusal. Desempenham um papel crucial na resistência do esmalte ao promover amortecimento de tensões e aumentar a flexibilidade da estrutura. A microestrutura do esmalte é caracterizada por prismas em forma de chave compostos de cristalitos de hidroxiapatita carbonatada, organizados em camadas com proteínas interfaciais não colágenas. A orientação destes cristais varia, influenciando significativamente as propriedades mecânicas do esmalte. Além disso, o conteúdo orgânico aumenta em direção ao JDE, contribuindo para a complexidade e a eficácia do esmalte em impedir a progressão de fissuras para áreas mais profundas do dente. (Yahyazadehfar, 2014)

Fissuras no esmalte do dente comumente permanecem contidas graças à JDE que faz como uma « barreira », minimizando o risco de falhas estruturais no dente. No entanto, fraturas dentárias tendem a originar-se a partir da dentina, especialmente devido a defeitos formados durante procedimentos restauradores que envolvem a remoção de material dentário. A dentina é caracterizada por sua microestrutura única, composta por túbulos dentinários, que são canais microscópicos estendendo-se radialmente da polpa até a JDE e o cemento. Estes túbulos variam significativamente em número, diâmetro e orientação dependendo da proximidade com a região pulpar. Nas proximidades do JDE, os túbulos são menos densos e menores, aumentando em densidade e tamanho à medida que se aproximam da polpa. Um dos fatores críticos na análise das propriedades de fratura da dentina é a orientação dos túbulos dentinários. Esta orientação influencia diretamente a resistência à fratura devido às propriedades das fibrilas de colágeno presentes na dentina coronal e radial, além da anisotropia no tecido causada pela orientação dessas fibrilas na região radicular. Consequentemente, a dentina demonstra uma dependência direcional na sua resistência à fratura. Esta característica sublinha a importância da estrutura anisotrópica da dentina, que se adapta e responde de maneira diferente às forças aplicadas durante as funções dentárias normais e procedimentos restaurativos. (Yahyazadehfar, 2014)

A origem duma fissura pode ser determinada pelas áreas do dente que são atravessadas por um plano de tensão, que pode romper-se completamente.

Um plano de stresse de furca é um tipo específico de plano de stresse que, se completamente fraturado, causaria a separação completa de uma raiz dentária de outra. A

fratura precisa atravessar a estrutura do dente abaixo do solo da câmara pulpar, que conecta essas duas raízes, além de atravessar a estrutura do dente acima. Esse plano de stress consiste em dois subplanos distintos: um dentro do volume da estrutura do dente acima do solo da câmara pulpar e outro dentro de um volume horizontal que corta completamente o dente, limitado oclusalmente pela superfície curva que forma o solo da câmara pulpar. Uma fratura parcial nesse plano de stress de furca pode eventualmente expandir-se, atingir a câmara pulpar e partir o dente em segmentos. Isso geralmente ocorre devido à oclusão de uma cúspide de um dente oposto no sulco central do dente posterior, gerando tensões que tentam dividir o dente nessas duas partes. Essas tensões de separação são contrariadas pelas ligações químicas presentes na estrutura do dente.

Um plano de tensão cuspídal é um plano de tensão cujo contorno se situa aproximadamente na região apical de uma ou mais cúspides conectadas. A parte axial deste plano pode cruzar as paredes ou o teto da câmara pulpar (sem atingir o piso da câmara), enquanto a parte lateral intersecta a superfície externa bucal ou lingual do dente. Esse plano de tensão pode ser induzido por forças de torque decorrentes da oclusão em inclinações cuspídeas acentuadas, situadas acima do plano de tensão cuspídal. A completa fratura de um plano de tensão cuspídal pode resultar na separação de uma ou mais cúspides do dente. Fraturas cuspídaes podem se formar internamente no dente sem que haja linhas de fratura visíveis. (Mamoun e Napoletano, 2015)

Pode estar devido a fusão incompleta de áreas de calcificação. (Hasan, et al., 2014)

1.4 Fatores diversos

Estão incluídos fatores como o impacto de piercings linguais; a formação de fissuras no tecido dentário causada pelo uso de instrumentos rotatórios de alta velocidade; o desgaste dentário erosivo e o efeito da variação térmica, que pode provocar cracks no esmalte. (Banejri, et al., 2010) Em 1997, Diangelis investigou dois casos clínicos onde pacientes relataram dor ao mastigar e sensibilidade ao frio. Ambos os pacientes possuíam piercings na língua e adquiriram o hábito de morder ou brincar com o piercing entre os dentes posteriores, levando ao desenvolvimento do SDF. (Soares, et al., 2019)

O risco de desenvolvimento de fissuras e anomalias na dentina aumenta após procedimentos endodônticos. Dentes tratados endodônticamente apresentam um risco

elevado de fratura, devido à perda de substância dura do dente durante a preparação da cavidade de acesso, por exemplo. O stresse mecânico na dentina, causado pela interação entre os instrumentos e as paredes do canal, pode induzir o SDF. A execução do tratamento endodôntico em condições de pouca humidade, mesmo que brevemente, pode deteriorar a dentina, elevando o risco de SDF. A inserção de pinos intracanales, a utilização de soluções de hipoclorito de sódio em altas concentrações e métodos de obturação contribuem igualmente para o surgimento de fraturas verticais na raiz. Há uma associação clara entre a ocorrência do SDF e o volume de dentina extraída; o alargamento excessivo do canal radicular, por sua vez, amplia o perigo de FVR. (Li, et al., 2021)

Numa análise que correlaciona os irrigantes na indução de fissuras, o NaOCl provocou mais defeitos em comparação com a solução salina. (Gonzalez-Guajardo, et al., 2021)

O envelhecimento é um dos fatores mais significativos na etiologia do SDF. Com o avançar da idade, aumenta o desgaste dos dentes, os tecidos duros se tornam frágeis e a elasticidade da dentina é perdida. Assim, quando a força aplicada aos dentes ultrapassa o limite de elasticidade da dentina, ocorrem fissuras nos dentes. (Li, et al., 2021)

Com a idade, ao nível da dentina:

- Observa-se uma diminuição progressiva no diâmetro dos lúmens dos túbulos dentinários devido ao acúmulo contínuo de minerais. Este fenómeno inicia-se por volta dos trinta anos e prossegue até o completo preenchimento dos lúmens, tornando o tecido dentário esclerótico. Essa mudança resulta em um incremento no teor mineral da dentina à medida que se envelhece.

- Há promoção de alterações na microestrutura da dentina, afetando negativamente suas propriedades de resistência à fadiga e fratura, e ocasiona uma queda significativa na resistência à fadiga. Esse declínio na resistência à fadiga da dentina coronária é cerca de 50% ao comparar-se indivíduos jovens (idade ≤ 30 anos) com os mais velhos (idade ≥ 55 anos). Tal redução é menos pronunciada no terço médio coronário da raiz, indicando que o processo de envelhecimento pode variar conforme a localização na estrutura dentária. (Arola, et al., 2017)

Ao nível do esmalte:

- O aumento na dureza e no módulo de elasticidade do esmalte eleva sua fragilidade, indicando um risco ampliado de fissuras e lesões. No mesmo tempo, a densidade mineral

do esmalte cresce enquanto o volume de sua matriz proteica diminui. Essa redução pode evoluir gradualmente, influenciada pelas flutuações de pH na boca. Outra possível causa é a realização de tratamentos dentários, sejam estéticos ou restauradores, como branqueamentos, que podem prejudicar ou modificar as proteínas do esmalte. Essas alterações nas propriedades mecânicas aumentam o risco de SDF nos dentes. (Arola, et al., 2017)

O ambiente oral é um fator etiológico a ter em conta. Orrego *et al.*, em 2017, avaliaram como a exposição ao ácido láctico afeta a resistência da dentina coronal média ao crescimento de fissuras induzidas por fadiga. Ao comparar as respostas ao crescimento dessas fissuras em ambientes de pH neutro e ácido láctico (pH=5), observou-se que as condições ácidas aumentaram quase dez vezes a velocidade incremental de propagação das fissuras cíclicas. (Arola, et al., 2017)

Desgastes como abrasão, erosão e atrição são fatores incluídos. A perda significativa de esmalte e dentina devido a agentes acidogênicos, bem como transtornos alimentares como bulimia ou anorexia nervosa, podem elevar o risco de ocorrência de fraturas. (Shetty et al., 2014)

A radioterapia na região de cabeça e pescoço (RTCP) exerce efeitos significativos sobre a estrutura dos dentes. Diretamente, altera a composição proteica que constitui o plano de fissura do dente e a produção de esmalte mais poroso na região cervical do dente. RTCP leva ao aparecimento de diversos sintomas orais, como por exemplo uma diminuição na produção de saliva que pode tornar o esmalte dentário mais frágil em um ambiente seco, diminuindo a resistência à fratura, reduzindo a matéria orgânica na JDE devido à desidratação e enfraquecendo a ligação entre dentina e esmalte. Alterações na JDE influenciam na distribuição do stresse mecânico, aumentando o risco de formação de LFE. Alterações na saliva e a tendência para uma dieta com baixo pH oral nos pacientes submetidos à RTCP também contribuem para a desmineralização dentária, afetando a estrutura e propriedades biomecânicas dos dentes, o que eleva a incidência de LFE. (Li, et al., 2021)

Tabela 4. *Fatores etiológicos do SDF por Lynch e McConnell*

Classificação	Fatores	Exemplo
Procedimentos Restauradores	Características de desenho inadequadas	Preparo excessivo de cavidades (remoção excessiva de dente) Relação profunda cúspide-fossa Proteção cuspal insuficiente no design de inlays/onlays
	Concentração de stresse	Colocação de pinos Aplicação não incremental de resinas compostas (stresse de tração nas paredes da cavidade) Pressão exercida durante a colocação de restaurações fundidas Forças físicas durante a colocação de restaurações, como inlays de amálgama ou ouro macio (histórico)
Fatores Oclusais	Traumatismo Mastigatório	Força de corte súbita e excessiva sobre um objeto duro (osso)
	Traumatismo oclusal	Contatos excêntricos e interferências (especialmente nos segundos molares inferiores)
	Forças funcionais	Lesões cariosas grandes não tratadas Forças cíclicas
	Hábitos Parafuncionais	Bruxismo e bruxomania
Fatores de desenvolvimento	Fusão incompleta de áreas calcificadas	Ocorrência do SDF em dentes não restaurados ou com restaurações mínimas
Fatores diversos	Ciclo térmico	Fissuras no esmalte
	Corpo estranho	Piercings na língua
	Instrumentos odontológicos	Cracks e fissuras associados ao uso de instrumentos rotatórios de alta velocidade

Nota. “Cracked tooth syndrome: Overview of literature”, Hasan, Singh e Salati, 2014

Tabela 5. *Fatores etiológicos do SDF por Torres*

Classificações	Exemplos
Procedimentos operatórios e restauradores	Preparos extensos para restaurações de amálgama Trauma iatrogênico durante condensação lateral de guta-percha na obturação do canal Colocação de pinos intradentários (auto-rosqueáveis e fricção) Extensiva instrumentação do canal durante tratamento endodôntico Pressão excessiva durante cimentação de coroas metálicas fundidas
Oclusão do paciente	Restaurações com esculturas profundas Abrasão do material restaurador pelo contacto com a cúspide antagonista

	Habitos parafuncionais de bruxismo Contactos no lado de balanceio (não trabalhante)
Causas de desenvolvimento dentário	Fusão incompleta de áreas de calcificação
Causas variadas	Fratura do esmalte Piercing lingual Abertura inadequada do anel do lacre das latas de bebidas Forças mastigatórias excessivas e repentinas

Nota. Odontologia clínico-científica, Volume 16 Número 1, Janeiro/março, 2017

Tabela 6. *Fatores etiológicos do SDF classificados por iatrogênicos ou odontiatrogênicos*

Classificação	Fatores	Exemplos
Fatores não iatrogênicos	Envelhecimento	Níveis crescentes de fadiga dentária Tecidos duros dentários enfraquecidos Perda da elasticidade da dentina Aumento no número de dentes restaurados Hábitos alimentares com ciclagem térmica
	Hábitos orais	Mastigação unilateral de longo prazo Bruxismo do sono Oclusão precoce
	Estrutura dentária	Defeito estrutural no dente Inclinação da cúspide
Fatores odontiatrogênicos	RTCP	Afeta a estrutura dentária Efeitos sinérgicos do agrupamento de sintomas orais O contato entre o instrumento e a parede do canal
	Tratamento endodôntico	Uso de concentração mais alta de hipoclorito de sódio Alargamento excessivo do canal radicular
	Procedimentos restauradores	Concentração de stresse Remoção excessiva de tecido dentário Materiais metálicos
	Desempenho do material	Diferença no coeficiente de expansão térmica Deformação do material
		Função de estresse

Nota. “Review of Cracked Tooth Syndrome: Etiology, Diagnosis, Management, and Prevention”, Li, et al., 2021

2. Sintomas e dor

Diversos sintomas são reportados pelos pacientes, e sua intensidade está relacionada com a extensão e a profundidade da fissura. (Avelar, et al., 2017)

Como o SDF é uma condição dental complexa, este abrange diversos sintomas e mecanismos de dor que podem afetar o paciente, incluindo dor intensa ao morder ou ao ingerir alimentos e bebidas frias. Observou-se que a dor durante a mordida tende a intensificar-se com o aumento da pressão oclusal, e uma análise aprofundada dos sintomas pode revelar um desconforto que pode ter persistido por vários meses. Além disso, entre outros sintomas, pode ser incluída a dor ao soltar a pressão ao morder alimentos fibrosos, descrita como "dor de rebote". O consumo de alimentos ou substâncias açucaradas, bem como ranger os dentes ou realizar movimentos mandibulares extensos, também podem desencadear a dor. Enquanto alguns pacientes conseguem identificar com precisão o dente de origem dos sintomas, essa especificidade nem sempre ocorre. A falta de sensibilidade a estímulos quentes também pode ser um indicativo de SDF. (Banerji, et al., 2010; Shetty, et al., 2014)

No caso que a fratura se propague até a câmara, uma fratura pulpar completa, pode levar as sintomas de pulpites irreversíveis ou necrose pulpar, ou de periodontite apical. As fraturas que continuem em direção à raiz podem levar a problemas periodontais localizados ou, na situação mais grave, a uma fratura vertical do dente. (Banerji, et al., 2010)

A dor relatada pelo paciente pode ter origem pulpar ou periodontal, variando conforme as estruturas afetadas, isso é sintetizado na **Tabela 7**. O paciente pode ter dificuldade em identificar o dente afetado, visto que não existem fibras proprioceptivas na polpa. (Avelar, et al., 2017)

Tabela 7. *Tecidos envolvidos da estrutura dentária e seus sintomas*

Tecido dentário	Sinais e sintomas
Esmalte	Assintomático
Fissura envolvida dentina	Dor ao morder, especialmente na libertação de forças de mordida, sensibilidade ao frio
Fissura envolvida polpa	Sintomas relacionados à pulpite

Nota. “Crack Tooth Syndrome”, Markose, 2020

O dente é formado pelo esmalte duro externo e uma subcamada de dentina, a qual é composta por três elementos que influenciam suas propriedades físicas durante o uso.

- Componente inorgânico (60%, hidroxiapatita), que confere rigidez e proporciona a principal resistência à compressão do dente.
- Componente orgânico (30%, colágeno de tipo I), que adiciona tenacidade e permite ao dente absorver tensões e resistir à propagação de fissuras.
- Água (10%), que fornece viscoelasticidade e ajuda a absorver e distribuir o stresse por toda a estrutura.

A quantidade de dentina é determinante na suscetibilidade do dente a fraturas. A integridade da dentina interaxial: o núcleo central que conecta as paredes axiais do dente e circunda o espaço pulpar é crucial para essa função. O padrão de propagação das fissuras pode variar devido à anatomia e à estrutura em camadas heterogêneas do dente, que por afetam a distribuição de tensões internas no dente. (Bhanderi, 2021)

Luebke em 1984 sugeriu os seguintes termos para diagnosticar a dor oriunda de um dente fissurado:

- Dor dentinária: dor aguda de curta duração.
- Dor pulpar: dor espontânea, profunda e irradiante causada pelo choque térmico em uma polpa inflamada
- Dor periodontal: dor intensa e pulsante. (Shalini e Manish, 2014)

Brannstrom em 1986 sugerira que a dor experimentada ao mastigar pode ser explicada pelo deslocamento repentino do fluido dentro dos túbulos dentinários. Esse fenômeno ocorre quando as partes fraturadas do dente se movem independentemente, e é intensificado por forças oclusais que induzem flexão cuspeada. Essa flexão pode levar a uma série de reações, incluindo mudanças térmicas, evaporação do ar, estímulos osmóticos e um aumento na pressão hidrostática, culminando em um movimento acelerado do fluido dentinário. (Shalini e Manish, 2014)

A sensibilidade dentinária surge quando o fluido ativa as fibras δ , localizadas na periferia. Estas fibras nervosas são de diâmetro pequeno (1-6 μm), muitas mielinizadas, transmitem os potenciais de ação de forma rápida, levando à sensação de dor aguda e breve. O movimento rápido do fluido dentinário, de ação curta, começa rapidamente mas

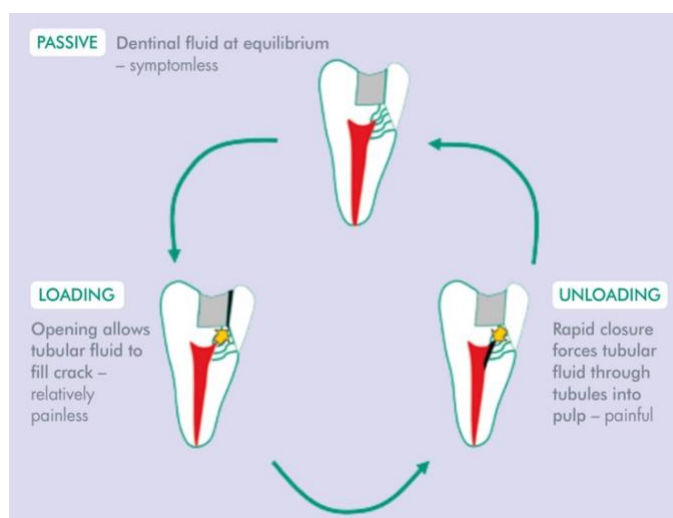
também se dissipa rapidamente, sugerindo a vitalidade do dente. (Longridge e Youngson, 2019)

Dor aguda e momentânea de menor intensidade pode ser atribuída a uma inflamação pulpar leve, provocada pela penetração de toxinas bacterianas na polpa através da fissura. Quando a polpa está mais inflamada, as fibras C (0.1-2µm) também passam a um nível mais ativo. Esses nervos menores, não mielinizados, conduzem sinais mais lentamente e são sensíveis aos mediadores inflamatórios. Isso resulta em uma dor menos aguda, mas que persiste por mais tempo. Essas fibras são ativadas pela infiltração de toxinas bacterianas na polpa, pela extensão da fratura até a polpa ou pelo calor aplicado de forma prolongada. (Longridge e Youngson, 2019)

Na falta de inflamação apical e sem a presença de fibras proprioceptivas na polpa, o paciente pode ter dificuldade para localizar o dente problemático. Nesse estágio, as fibras Aδ e C são estimuladas, provocando sensibilidade dentinária acompanhada de uma dor mais prolongada e surda. Este mecanismo pode ser visualizado na **Figura 3**.

Em situações de pulpites dolorosas, a ativação simultânea das fibras A-delta e C gera uma dor aguda intensa, seguida de um desconforto prolongado e surdo que irradia por toda a mandíbula. (Longridge e Youngson, 2019)

Figura 3. Mecanismo que explica por que a dor é sentida durante a “descarga” ao verificar se há SDF



Nota. « Dental pain: dentine sensitivity, hypersensitivity and cracked tooth syndrome », Longridge e Youngson, 2019

Por meio desse mecanismo, a identificação do dente afetado pelo SDF é imediata. Solicita-se ao paciente que morda firmemente e de forma lenta em um material resiliente e, em seguida, abra a boca rapidamente. (Longridge e Youngson, 2019)

No entanto, a variabilidade dos sintomas pode às vezes causar confusão e levar a diagnósticos incorretos. Diversos distúrbios dentofaciais são frequentemente confundidos com o SDF :

- Doença periodontal aguda: Dor galvânica, Hiper-oclusão, Dor facial atípica
- Pulpite reversível: Sensibilidade pós-operatória, Trauma oclusal
- Hipersensibilidade dentinária: Restaurações fraturadas, Neuralgia do trigêmeo. (Banerji, et al., 2013)

Os sintomas de dor podem ser similares a outras condições, tais como sinusite, problemas na articulação temporomandibular, cefaleias, dor de ouvido ou dor orofacial atípica. Por isso, é essencial que os Médicos Dentistas tenham conhecimento sobre as causas odontogênicas e não odontogênicas de dor orofacial, permitindo assim uma correta diferenciação do SDF de outros diagnósticos possíveis. (Noma, et al., 2017)

Um relatório de Noma et al., em 2017, descreveu quatro casos nos quais foi difícil realizar um diagnóstico diferencial entre SDF e distúrbios de cefaleia, como as cefaleias autonômicas trigeminais (CAT). A necrose pulpar, quando causada pelo SDF, pode manifestar-se com frequências e durações de dor que são pouco habituais para a pulpites, e vai levar a dificuldade de tratamento, devido à semelhança dos sintomas: uma dor aguda, lancinante ou pulsátil, com uma intensidade classificada de moderada a severa, ou uma dor que acorda o paciente, enquanto uma CAT pode ser tratada com sucesso por meio de terapia farmacológica convencional. Dentes com SDF exigirão uma abordagem diferente. A diferenciação pode ser realizada considerando:

- A duração da dor: geralmente, a SDF ocorre por apenas alguns segundos, enquanto as CATs duram mais tempo, desde alguns minutos até, às vezes, 180 minutos.
- A presença de uma qualidade de dor elétrica e/ou envolvimento do dermatoma C2, geralmente vai inclinar para o diagnóstico de CAT. De fato, a distribuição da dor é $V1 > C2 > V2 > V3$, enquanto para o SDF, é $V2 > V3 > V1$.
- Características autonômicas ipsilaterais são necessárias para o diagnóstico de CAT. Qualquer característica autonômica na SDF seria coincidência.

- Com uma injeção anestésica: o SDF deve ser completamente eliminada pela anestesia, enquanto uma CAT não deve ser afetada por ela. (Noma, et al., 2017)

Este exemplo, demonstrou que um bom diagnóstico é crucial para poder aliviar a dor do paciente o mais rápido possível e evitar o agravamento da mesma. Um diagnóstico preciso permite a implementação de um tratamento adequado e específico para a condição identificada, evitando intervenções desnecessárias ou ineficazes que poderiam prolongar ou intensificar o sofrimento do paciente. Além disso, um diagnóstico correto evita atrasos no tratamento adequado, que, em muitos casos, pode ser decisivo para a recuperação e qualidade de vida do paciente.

3. Meios de diagnóstico

O SDF é notoriamente desafiador para um diagnóstico, mesmo para Médicos Dentistas altamente experientes, devido à variabilidade e atipicidade dos sinais e sintomas clínicos. Um diagnóstico precoce é determinante e importante. As fissuras dentárias são colonizadas por biofilmes bacterianos devido à sua natureza retentiva e exposição à saliva, dificultando a limpeza durante a higiene oral. A colonização resulta em acúmulo de bactérias e alimentos, levando a uma infecção que pode invadir tecidos abaixo da linha da fissura. A exposição da dentina aumenta o risco de infecção pulpar, uma vez que a estrutura tubular da dentina facilita a difusão de fatores de virulência bacteriana e antígenos para a polpa. Os túbulos dentinários, quando expostos por fissuras perpendiculares, são particularmente suscetíveis à colonização bacteriana, que se pode propagar tanto em direção à polpa quanto ao esmalte. A invasão intratubular por bactérias é mais rápida em dentes com polpas não vitais do que com polpas vitais. Essa penetração geralmente resulta em pulpíte, e se não tratada precocemente e cuidadosamente, pode levar a necrose pulpar. (Ricucci, et al., 2014)

3.1 Histórico do paciente

É crucial uma análise detalhada do histórico do paciente. Informações sobre acidentes durante a mastigação, hábitos parafuncionais como o bruxismo, procedimentos dentários prévios (fatores iatrogênicos), padrões dietéticos, consumo de nozes, histórico de traumas ou acidentes podem ser fundamentais para o diagnóstico. A presença de dentes

anteriormente fissurados, por razões anatômicas ou de desenvolvimento, pode aumentar a susceptibilidade a novas fissuras. Históricos de tratamentos endodônticos ou de doenças periodontais com significativa perda óssea na área podem elevar o risco de tensões na dentina, tornando o dente mais propenso a fissuras. (Shalini e Manish, 2014)

3.2 Exame visual

Inicialmente, pode-se realizar um exame visual, no qual se deve observar: restaurações extensas, facetas de desgaste e cúspides pronunciadas, restaurações com fissuras, espaço entre a estrutura dentária e a restauração. Em alguns casos, pode ser necessário remover a restauração para uma avaliação detalhada da linha de fratura na cavidade. (Markose, 2020)

3.3 Exame táctil

Embora em alguns casos as fissuras possam ser identificadas através de exame visual, nem sempre são claramente perceptíveis. Utilizar uma sonda afiada e reta pode auxiliar na detecção de irregularidades nas fissuras. Além disso, aplicar este instrumento nas bordas de dentes que possuem restaurações grandes e que se acredita estarem afetados por uma fratura incompleta pode desencadear uma dor aguda, indicando a possível presença de uma fratura. (Banerji, et al., 2010)

3.4 Teste de mordida

Para simular os sintomas de fraturas parciais em dentes posteriores, podem-se empregar métodos mimetizadores. Testes de mordida são efetuados usando itens como cunhas de madeira laranja, rolos de algodão, discos de borracha abrasiva tipo Berlew ou até a ponta de uma broca redonda número 10 fixada em um cabo de fita celofane.

Ao utilizar cunhas de madeira laranja para identificar as fissuras, aconselha-se colocar a cunha sobre o dente em questão e solicitar que o paciente morda, aplicando a cunha sequencialmente em cada cúspide para determinar a cúspide comprometida.

A técnica com rolos de algodão consiste em posicioná-los no dente em análise e pedir para o paciente morder com força, soltando rapidamente a pressão. Sentir dor ao aliviar a

pressão, conforme mencionado por Kruger em 1984 na **Figura 4**, pode validar o diagnóstico de síndrome do dente fissurado.

O emprego de êmbolos de borracha de carpules anestésicas, pendurados por um fio de forma análoga ao uso dos rolos de algodão, também tem sido descrito para auxiliar no diagnóstico dessa síndrome.

Instrumentos diagnósticos específicos disponíveis para "testes de mordida", como o 'Fractfinder' e o 'Tooth Slooth II', facilitam a identificação da cúspide problemática mediante dor ao morder ou ao soltar a pressão. Ehrmann et al. em 1990, defendem esse método devido à sua maior sensibilidade comparada ao uso de palitos de madeira, permitindo uma localização mais exata da cúspide afetada ou envolvida. (Shetty, et al., 2014; Banerji, et al., 2010).

Figura 4. *Teste de mordida com Tooth Sloth*



Nota. « Facts about cracks in teeth » de Bhanderi, 2021

3.5 Sondagem periodontal

A distinção entre um dente fissurado e um dente fraturado pode ser feita através da sondagem periodontal. Um defeito periodontal circunscrito ocorre devido à extensão da linha de fratura para além da linha gengival. Uma sondagem profunda e isolada pode indicar a existência de um dente fraturado, o que sugere um prognóstico negativo. (Hasan, et al., 2014)

Quando a profundidade da bolsa periodontal de dentes com fissuras excede 4 mm, recomenda-se a extração do dente e a substituição por um implante. (Soares, et al., 2019)

Um estudo, feito por Yang, et al., em 2017, analisou a correlação entre a profundidade de sondagem periodontal (PSP) e a condição pulpar em dentes com fissuras. Uma associação notável foi identificada, indicando que uma maior PSP está frequentemente

ligada a uma maior ocorrência de necrose pulpar. Observou-se que 56,6% dos dentes com fissuras possuíam uma PSP inferior a 3 mm. Contudo, aqueles com PSP de 4 mm ou mais exibiram uma incidência elevada de complicações pulpares, com 31,8% dos dentes com PSP entre 4 e 6 mm e 28,6% dos dentes com PSP de 7 mm ou mais apresentando necrose pulpar. Os resultados sugerem que dentes fissurados com PSP mais profundas tendem a exibir necrose pulpar com mais frequência. Isso sugere que profundidades maiores de sondagem podem estar relacionadas a um risco aumentado de dano pulpar, possivelmente devido à progressão da fissura que facilita a infiltração bacteriana e o subsequente declínio da saúde pulpar. (Yang, et al., 2017)

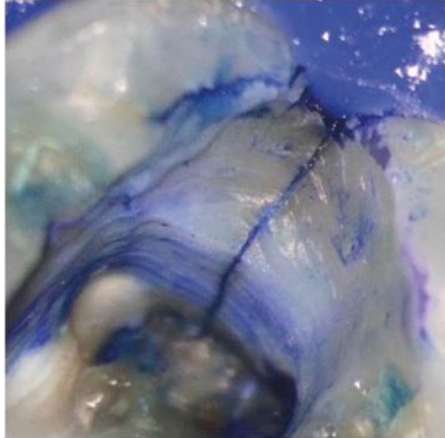
3.6 Teste de vitalidade

Geralmente, os testes de vitalidade realizados em dentes tendem a ser positivos. Por vezes, os dentes comprometidos exibem hipersensibilidade a estímulos frios, o que indica a presença de inflamação na polpa; esse sintoma pode ser útil para confirmar a presença da síndrome do dente fissurado. É raro que dentes afetados pela condição apresentem sensibilidade quando submetidos à percussão na região apical. (Hasan, et al., 2014)

3.7 Teste com colorantes

O uso de corantes como azul de metileno (2%), sódio ophthalmic fluorescein (0,25%) ou violeta genciana pode marcar a linha de fratura e torná-la visível. Embora essa técnica seja eficaz, apresenta desvantagens, tais como: é necessário um período prolongado (pelo menos 2 a 5 dias) para que sejam eficazes e vai necessitar de uma restauração provisória, podendo comprometer ainda mais a integridade estrutural do dente; e após o uso desses corantes, a realização de uma restauração estética pode tornar-se difícil. (Shetty, et al., 2014; Shalini e Manish, 2014)

Figura 5. *Dente fissurado com coloração de azul de metileno*



Nota. « Facts about cracks in teeth » de Bhanderi, 2021

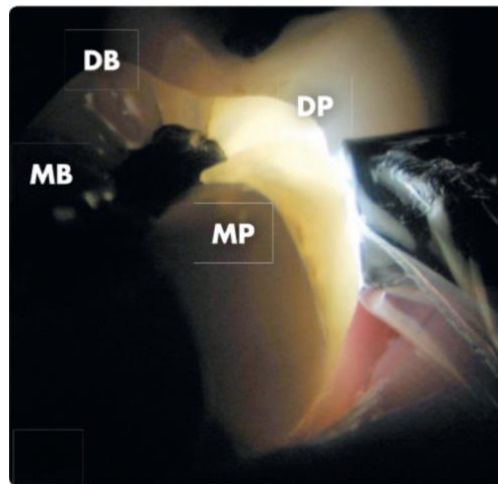
3.8 Transiluminação

A transiluminação destaca-se como um instrumento no diagnóstico de fissuras muito útil. Neste método, após a limpeza do dente, uma luz, preferencialmente de fibra óptica (FOTI), é diretamente aplicada sobre o dente. Fissuras interrompem a transmissão da luz, ao passo que dentes sem danos estruturais (incluídos os com linhas superficiais) permitem que a luz se propague pela coroa. Entretanto, a transiluminação sem o auxílio de ampliação apresenta dois inconvenientes principais: tende a exagerar todas as fissuras, fazendo com que até linhas superficiais pareçam ser fissuras profundas; e alterações leves de cor ficam difíceis de serem percebidas. O uso de luz de fibra óptica combinada à ampliação melhora significativamente a capacidade de visualizar as fissuras. (Hasan, et al., 2014)

A principal limitação da transiluminação reside em mostrar todas as pequenas fissuras, podendo assim confundir o diagnóstico. (Roma, et al. 2020)

As luzes de cor amarela ou laranja podem ser mais eficazes do que as azuis. Contudo, as luzes azuis são mais acessíveis. (Banerji, et al., 2017)

Figura 6. *Cúspide fraturada visível com transiluminação*



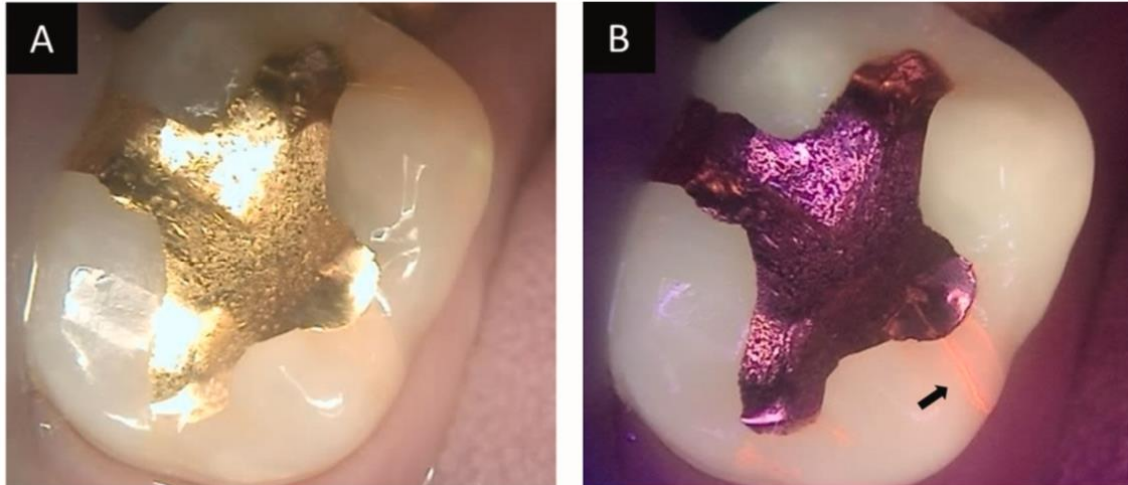
Nota. « Facts about cracks in teeth » de Bhanderi, 2021

Uma nova técnica, a tecnologia de Fluorescência Quantitativa Induzida por Luz (FQL) identifica lesões cariosas precoces irradiando os dentes com luz azul visível a um comprimento de onda de 405 nm. Quando dentes saudáveis são expostos a essa luz, ocorre uma autofluorescência verde.

Adicionalmente, a fluorescência vermelha, originada de metabólitos bacterianos como porfirina, pode ser quantificada por comparação com áreas normais, servindo como indicativo da presença bacteriana na área da lesão. As fissuras nos dentes podem abrigar bactérias, e foi observado por Ricucci et al. em 2015, que a colonização bacteriana é constante nas análises histológicas tanto das fissuras quanto dos túbulos dentinários adjacentes. Resumindo, a tecnologia FQL permite confirmar a presença e a localização de dentes com fissuras ao detectar a fluorescência vermelha de porfirina, secretada pelos microorganismos presentes nas fissuras. Em um estudo de caso clínico realizado por Jun et al. em 2019, demonstrou que quanto mais intensa for a perda de fluorescência na linha de fissura localizada no esmalte e quanto mais profunda for essa fissura, maior será o valor absoluto dessa perda de fluorescência. Pela intensidade da fluorescência vermelha emitida por porfirinas, pode identificar-se a presença e atividade bacteriana; dessa forma, é possível prever o avanço das lesões. Assim, fissuras mais antigas, com maior colonização bacteriana, tendem a exibir uma fluorescência vermelha mais forte. Em uma série de casos por Son et al., em 2021, foi notado que as fissuras, que apresentam fluorescência vermelha sob a FQL, estendem-se até a cavidade pulpar durante procedimentos de tratamento endodôntico. FQL é capaz de verificar a profundidade das fissuras, oferecendo benefícios na previsão do prognóstico para dentes fissurados. Em

comparação com métodos tradicionais como radiografia e inspeção visual, a FQL demonstrou maior eficácia na detecção de fissuras. (Lee, et al., 2022)

Figura 7. *Linhas de fissuras mostradas por FQL*



Nota. « Evaluation of the clinical efficacy of quantitative light-induced fluorescence technology in diagnosing cracked teeth », Lee et al., 2022

3.9 Detecção microscópica

O uso de microscópio de alta resolução $\times 16$ oferece um nível ideal de ampliação para a avaliação de fissuras no esmalte, com uma faixa que vai de $\times 14$ até $\times 18$. (Hasan, et al., 2014)

3.10 Radiografias

Geralmente, as fissuras não são detectadas em exames radiográficos, já que costumam situar-se no mesmo plano que a película (de mesial para distal). Contudo, ocasionalmente, pode identificar-se uma fissura na direção bucolingual numa radiografia, o que ocorre mais frequentemente em molares inferiores. (Longridge e Youngson, 2019)

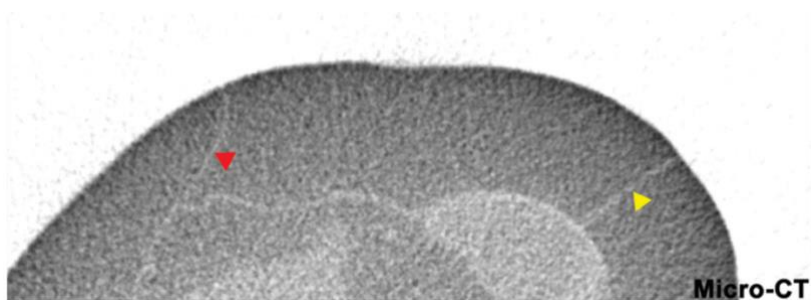
A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) tem eficácia na identificação de perda óssea periapical associada a FVR. No entanto, sua resolução limitada a aproximadamente $80\ \mu\text{m}$ compromete sua eficácia no diagnóstico de dentes com fissuras e na detecção precoce de FVR. Em pesquisa in vitro, Yuan et al., em 2020, exploraram o uso de meglumina diatrizoato (MD) como contraste no CBCT, evidenciando que essa técnica melhorada consegue revelar fissuras ocultas de forma objetiva e efetiva. (Li, et al., 2021)

O CBCT, amplamente utilizado no diagnóstico de FVR, no entanto, não recomendado para o diagnóstico de dentes trincados, poderia, em adição com agentes de contraste, aumentar a precisão diagnóstica do CBCT, permitindo a identificação de fissuras e fraturas anteriormente difíceis de detectar. (Li, et al., 2020)

Um estudo conduzido por Hu et al., em 2021, inovou ao substituir o MD por uma combinação de iodeto de sódio (NaI) e dimetilsulfóxido (DMSO). O NaI apresenta uma pressão osmótica muito maior que o MD na mesma concentração, e o DMSO possui uma excelente hidrofília, o que confere uma permeabilidade e fluidez superiores. A conclusão desse estudo foi que o uso de CBCT com NaI + DMSO como agente de contraste melhora significativamente a detecção de fissuras dentárias. A pesquisa comparou essa abordagem com a micro-CT, revelando que o CBCT com NaI + DMSO identificou o mesmo número de linhas de fissura que o micro-CT, mas foi mais eficaz na detecção da profundidade dessas fissuras. (Hu, et al., 2021)

A microtomografia computadorizada (micro-TC) é um método de imagem que proporciona uma resolução micrométrica, capturando a estrutura tridimensional do objeto de estudo sem causar dano. Utiliza-se um feixe de raios-X de alta intensidade na micro-TC, o que lhe permite atravessar camadas densas da amostra com eficiência. Comparado à tomografia convencional, este sistema apresenta imagens de maior nitidez. Entretanto, seu uso implica um tempo de exposição mais prolongado, o que constitui sua principal limitação. (Roma, et al., 2020)

Figura 8. *Linhas de fissuras mostradas por micro-TC*



Nota. « Dental optical coherence tomography: new potential diagnostic system for cracked-tooth syndrome », Lee et al., 2015

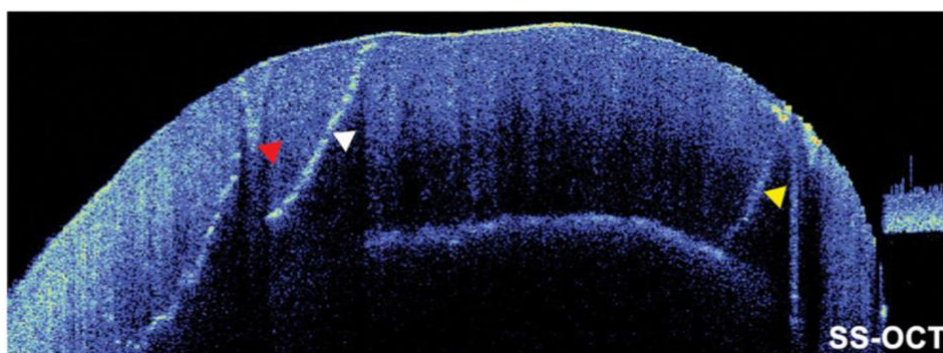
3.11 Novas tecnologias

A Tomografia por Coerência Óptica (TCO) é uma técnica de imagem computadorizada de alta resolução que utiliza o atraso do eco do tempo da luz retroespalhada. Ela permite a visualização microscópica de detalhes e estruturas celulares, e é capaz de gerar imagens de alta precisão de estruturas internas ao combinar técnicas como interferometria de baixa coerência, interferometria de luz branca e princípios de microscopia confocal, tornando-a uma ferramenta valiosa tanto na pesquisa biológica quanto na prática clínica, inclusive na odontologia. (Lee, et al., 2015)

Um estudo realizado por Lee et al., em 2015, demonstrou que a TCO apresenta um diagnóstico superior quando comparado ao micro-CT, FOTI e inspeção visual. OCT melhora a resolução das imagens mas sua capacidade de especificamente detectar fissuras completas no dente é comprometida. Isso se deve ao fato de que imagens de fissuras profundas no esmalte frequentemente se confundem com o plexo do esmalte. (Lee, et al., 2015)

A eficácia da TCO, comparada à transiluminação e à microtomografia computadorizada, não se restringe apenas à identificação da síndrome do dente fissurado, mas estende-se também ao auxílio diagnóstico em periodontia e endodontia, revelando-se assim como uma ferramenta diagnóstica versátil para uso em clínica odontológica. (Avelar, et al., 2017)

Figura 9. Linhas de fissuras mostradas por TCO



Nota. « Dental optical coherence tomography: new potential diagnostic system for cracked-tooth syndrome », Lee et al., 2015

O uso de sistemas ultrassônicos para identificar o SDF mostra grande potencial, pois esses sistemas conseguem penetrar em tecidos duros (potencialmente, até mesmo restaurações radiopacas) sem os perigos ligados à exposição à radiação ionizante. (Li, et al., 2021)

O uso de tecnologia de imagem térmica infravermelha pode ser eficaz na identificação de fissuras diminutas (de 4 a 35,5 μm) que não são detectáveis por outras abordagens diagnósticas. As fissuras menores, ao serem submetidas à vibração induzida por energia ultrassônica, produzem fricção local e, conseqüentemente, calor. Esse aumento de temperatura permite que as microfissuras na dentina sejam exibidas através da termografia. No entanto, essa técnica enfrenta desafios significativos para detectar fissuras de maior amplitude. (Li, et al., 2021)

Com o avanço da tecnologia artificial, Guo et al., em 2022, tentaram desenvolver uma inteligência artificial para detectar linhas de fissura. Criaram um banco de dados com 20.000 fotos de dentes com fissuras e utilizaram redes neurais convolucionais, convolution neural networks CCN em inglês, e um algoritmo que emprega dados tridimensionais para classificação de imagens e reconhecimento de objetos. Capturaram 800 imagens de 1920×1080 pixels de 286 molares humanos frescos utilizando um microscópio óptico com uma câmera industrial. Dentre elas, 700 imagens brutas selecionadas aleatoriamente foram usadas para treinar e validar o modelo de classificador de CNN e as 100 imagens restantes foram utilizadas para testes subsequentes. As 100 imagens brutas passaram por testes em várias condições, incluindo manchas, superexposição e influência de outras doenças. De maneira promissora, a eficácia média dos testes atingiu 90,39%, mas o método proposto apresenta algumas limitações :

- A construção do banco de dados neste artigo foi baseada em dentes fissurados simulados, o que pode comprometer a precisão na detecção real na clínica.
- A complexidade da cavidade oral, incluindo fatores como iluminação, pode afetar a qualidade das imagens, dificultando a obtenção de fotografias ópticas claras para análises de imagens posteriores.
- O método atual identifica principalmente fissuras superficiais nos dentes. Estudos futuros poderiam explorar a combinação de CBCT e radiografias orais para detectar outros tipos de fissuras dentárias. (Guo, et al., 2022)

4. Tratamentos

A identificação inicial de dentes com SDF é essencial e muito importante para garantir o sucesso do tratamento e evitar que a fissura se estenda à polpa e aos tecidos periodontais. Existem diversas estratégias de tratamento, cada uma apresentando seus próprios

benefícios e limitações Banerji, et al., em 2010, catalogam os diferentes protocolos, começando pelo tratamento imediato, seguido das restaurações diretas e, por fim, das restaurações indiretas, que podem auxiliar o profissional na abordagem do SDF.

A escolha do tratamento é influenciada pela localização, direção, tamanho ou intensidade da fissura. (Hasan, et al., 2015)

Por Clark e Caughman, em 1984, os dentes fissurados podem ter um prognóstico classificado em excelente, bom, pobre ou sem esperança:

- Excelente:

a. Inclui fraturas de cúspides dentro da dentina, estendendo-se do ângulo facio-pulpar ou linguo-pulpar de uma cúspide até a junção cimento-esmalte ou ligeiramente abaixo.

b. Fraturas horizontais de cúspides que não afetam a polpa.

- Bom: Refere-se a fraturas verticais coronárias que atingem a dentina na direção mesiodistal, mas não atingem a polpa.

- Pobre: Diz-se de fraturas verticais coronárias que afetam a dentina e a polpa na direção mesiodistal, contudo, limitam-se à coroa.

- Sem esperança: Aplica-se a fraturas verticais coronárias que atravessam a polpa na direção mesiodistal e envolvem a polpa e a raiz.

Essas categorias mostram a importância de uma análise detalhada da fissura para determinar o prognóstico apropriado e o plano de tratamento mais eficaz para cada caso específico de dente fissurado. (Roma, et al., 2020; Hasan, et al., 2015)

4.1 Tratamento imediato

4.1.1 Ajustes oclusais

Quanto mais rápido for tratado um dente com SDF, mais fácil será evitar danos irreversíveis. (Shetty, et al., 2014)

Ajustes oclusais nos dentes afetados são uma abordagem imediata e podem permitir o alívio dos sintomas. São recomendados para reduzir o stresse no dente e se o dente apresentar uma restauração pré-existente, ela deve ser removida, mas isso deve ser feito com cuidado, porque o cúspide afetada pode desintegrar-se. Apenas desgastar o dente para removê-lo da oclusão pode ser um benefício limitado, pois o dente ainda pode sofrer stresse significativo devido a restos alimentares e continuar o processo de flexão. A realização deve estar sendo feita com uma análise adequada dos efeitos na dentição

remanescente, porque pode causar interferências oclusais indesejadas em outras partes do arco dentário. Caso não ocorra fragmentação, é recomendável a aplicação imediata de uma imobilização, conhecida como 'banda extra-coronal circunferencial imediata'. (Banerji, et al.,2010; Shetty, et al., 2014)

4.1.2 Anel de cobre ou uma banda ortodôntica de aço inoxidável

Anéis de cobre e bandas de aço inoxidável são ferramentas úteis no diagnóstico e tratamento imediato de casos iniciais de SDF, especialmente quando as fissuras se estendem abaixo da margem gengival ou partes do dente em falta. Ambos precisam de ser bem ajustados e moldados para não interferir na oclusão, sendo fixados com cimento de polioxalato de zinco. Bandas ortodônticas de aço inoxidável são geralmente preferidas porque podem ser ajustadas de maneira mais eficiente, minimizando a irritação ou dano aos tecidos gengivais e periodontais. Um estudo de Erhmann e Tyas em 1990, revelou que a ausência de dor quatro semanas após a aplicação de uma banda imediata indicava uma imobilização eficaz. Estas bandas têm os vantagens de causar pouca irritação gengival devido ao seu design contornado, são minimamente invasivas, são baratos e tratamentos endodônticos podem ser realizados enquanto estiver aplicada. A colocação de anéis de cobre e bandas de aço inoxidável pode ser uma técnica demorada e tecnicamente complexa, o que representa um desafio particularmente para Médicos Dentistas menos experientes. O desconforto durante a aplicação e a possibilidade de baixa tolerância por parte do paciente são outras preocupações. A estética também pode ser um problema, especialmente se a banda for visível. Se os sintomas de sensibilidade térmica continuarem, pode ser necessário avaliar a realização de tratamento endodôntico. (Banerji, et al.,, 2010; 2017; Li, et al., 2021)

Figura 10. *Banda ortodôntica*



Nota. « Dental pain: dentine sensitivity, hypersensitivity and cracked tooth syndrome », Longridgde e Youngson, 2019

4.1.3 Coroa temporária

Em 1990, Guthrie e Difiore descrevem o uso de coroas provisórias acrílicas de cobertura total como uma técnica de "imobilização imediata" eficiente. Uma vantagem desse método é a ampla disponibilidade de coroas pré-formadas que auxiliam na estabilização da fissura. Esse tipo de coroa redistribui e dispersa as forças oclusais por toda a superfície preparada do dente, reduzindo a pressão na área fissurada. A coroa é fixada e a cimentação na superfície ajuda a prevenir o movimento das fissuras durante a mastigação. Contudo, a preparação para acolher essas coroas em dentes posteriores pode ser bastante trabalhosa. Apesar da eficácia do tratamento, ele requer tempo, é invasivo do ponto de vista biológico e também custoso. Mais, o tempo necessário para preparar e fabricar a coroa temporária pode atrasar a estabilização da fratura, o que pode levar à sua expansão contínua e, na pior das hipóteses, resultar na perda do dente. (Banejeri, et al., 2010; Li, et al., 2021)

4.1.4 Férula de compósito direto (Direct composite splint) FCD

O FCD, desenvolvido por Banejeri, Mehta e Miller, a partir de 2010, baseia-se no conceito de "Dahl".

Este conceito é definido como o “movimento axial relativo do dente que ocorre quando um dispositivo ou restaurações localizadas são posicionados em supra oclusão, levando a um restabelecimento gradual dos contatos de arco completo ao longo do tempo”. (Lim, 2022)

O FCD pode ser usado como uma solução restauradora imediata ou provisória, oferecendo vantagens como conservação biológica, boa estética, eficácia de aplicação, custo benefício bom e facilidade de remoção. Permite ainda o alívio imediato da dor e ajuda no diagnóstico. (Banerji, et al., 2010)

Inicialmente, essa técnica foi descrita para ser utilizada no diagnóstico do SDF em 2010 por Banerji, Mehta e Millar. Consistia simplesmente na adição de uma resina composta de 0,5 mm sobre o dente afetado, sem condicionamento ácido nem adesão, cobrindo os ângulos de linha externos do dente até as paredes axiais. Se uma redução dos sintomas fosse observada, isso confirmava o diagnóstico de SDF. (Banejeri, et al., 2010)

Figura 11. *Teste de férula composta de suporte localizada*



Nota. « The management of cracked tooth syndrome in dental practice », Banejeri, Mehta e Miller, 2017

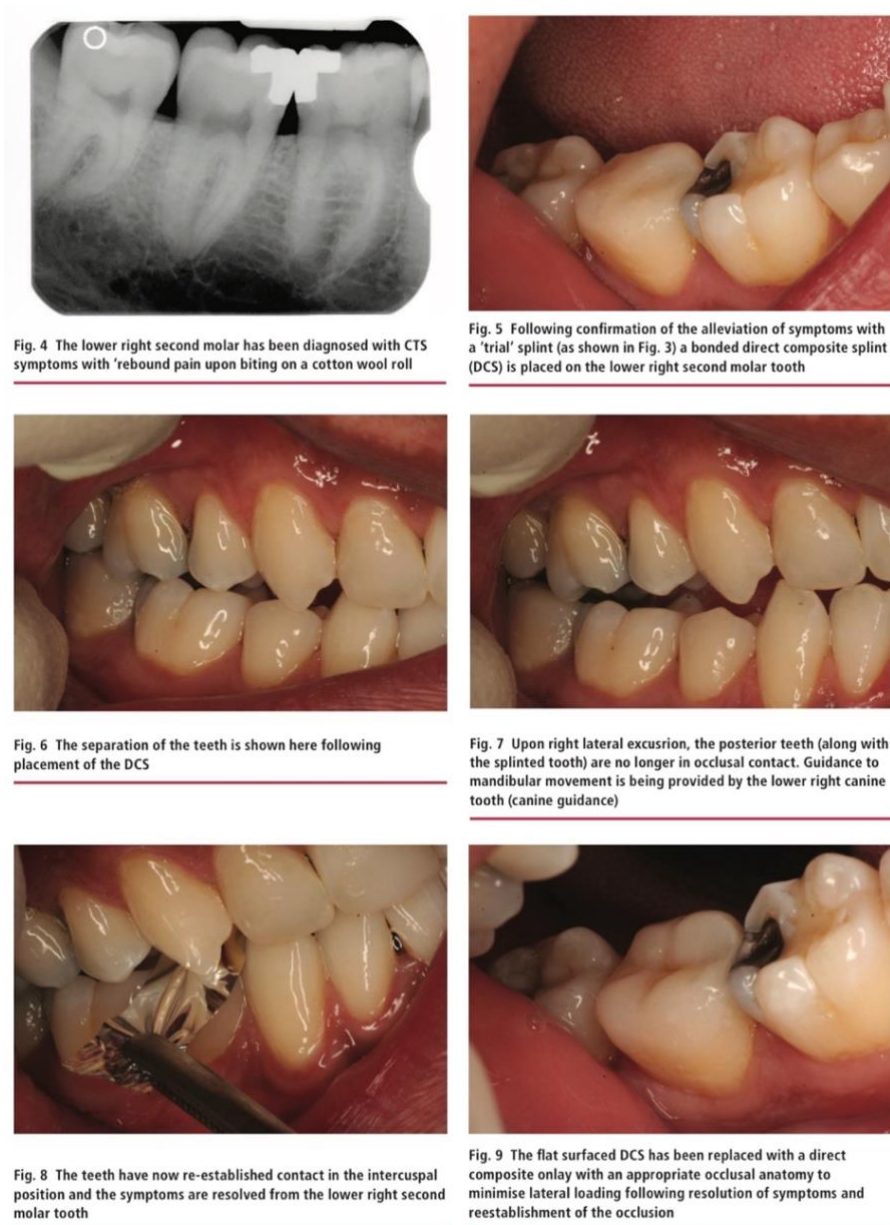
Em 2013, os mesmos autores, Banerji, Mehta e Millar, conduziram um estudo com 151 pacientes diagnosticados com SDF. Eles utilizaram o mesmo método: aplicação de resina composta na parte oclusal com espessura de 1,5 mm, abrangendo os ângulos de linha externa do dente afetado e descendo pelas paredes axiais com uma espessura de 1,5 mm a 1 mm, até aproximadamente 3 mm antes da margem gengival. A restauração não segue um modelo anatômico e é plana. Na ausência de sintomas, essa férula é adesivamente ligada ao dente. Consultas de controle foram realizadas após 2, 4 e 12 semanas. Dos 151 pacientes, 97% toleraram o tratamento e a taxa de sucesso foi de 86,7%, correspondendo a 131 casos. Durante o período de controle de 12 semanas, alguns pacientes tiveram dificuldades para mastigar nas duas primeiras semanas, mas a quase totalidade (97,7%) teve um restabelecimento dos contatos oclusais, e restaurações mais estéticas e definitivas puderam ser colocadas nos dentes afetados. (Banejeri, et al., 2013)

Num artigo de 2017, Banerji, Mehta e Miller confirmam sua proposta do FCD e descrevem o protocolo na figura 12:

- Confirmação da Eliminação Completa dos Sintomas: Verificação da eliminação completa dos sintomas de dor no dente diagnosticado utilizando uma ferulização de compósito não adesivo
- Avaliação Periapical e de Suporte Ósseo: Realização de uma radiografia periapical de cone longo para avaliar o estado periapical e o suporte ósseo.
- Explicação da Técnica ao Paciente: Deve-se fornecer uma explicação detalhada da técnica ao paciente, incluindo a natureza do tratamento e instruções para antecipar as mudanças em seu esquema oclusal.

- Preparação da Superfície Dentária: Aplicação de uma pasta de pedra-pomes nas paredes oclusais e axiais do dente diagnosticado ou uso alternativo de técnicas de jato de ar.
- Condicionamento para Adesão: Uso de uma técnica de ataque ácido total, aplicando ácido fosfórico a 37% nas paredes oclusais e axiais por 20 segundos, seguido por lavagem completa e secagem das superfícies tratadas.
- Colocação e Polimerização da Resina de Ligação: Aplicação e polimerização da resina de ligação escolhida conforme as instruções do fabricante.
- Colocação da Resina Composta: Aplicação de resina composta na superfície oclusal e descendo 2-3 mm pelas paredes axiais (bucal, palatal/lingual). A resina composta deve ter uma espessura de 1,0-1,5 mm na superfície oclusal, terminando em um bisel infinito e supragengivalmente. Polimerização com luz conforme instruções do fabricante.
- Manter a Superfície Oclusal Plana: A superfície oclusal deve permanecer plana, sem qualquer contato durante movimentos mandibulares. Em certos casos, pode-se adicionar um aumento na guia canina em compósito para alcançar isso.
- Polimento do Compósito: Polir o compósito após a colocação.
- Revisões de Acompanhamento: O paciente deve ser seguido dentro de uma semana para confirmar o alívio dos sintomas, seguido por revisões periódicas a cada duas semanas até que todos os outros contatos dentários sejam restabelecidos.
- Substituição da Férula por Restauração Definitiva: Substituição da férula de compósito por uma restauração adesiva definitiva uma vez que outros contatos dentários sejam restabelecidos. Remover a restauração do aumento canino, se necessário. (Banerji, et al.,2017, pp. 665-666)

Figura 12. FCD



Nota. « The management of cracked tooth syndrome in dental practice », Banejeri, Mehta e Miller, 2017

Contudo, é essencial selecionar a resina composta adequada, aplicar a técnica correta e utilizar sistemas de adesão eficazes. Esta técnica representa uma solução conservadora, efetiva, previsível, eficiente e econômica para o tratamento do SDF no curto e médio prazo. Para garantir a durabilidade a longo prazo, recomenda-se a instalação de um onlay adesivo indireto ou uma coroa. (Li, et al., 2021; Banerji, et al., 2017)

4.2 Tratamentos diretos sem recobrimento da cúspide

4.2.1 Amálgama

O amálgama pode ser aplicado em restaurações intracoronárias, mesmo na ausência de fissuras, provando ser eficaz como material restaurador direto. No entanto, ele possui algumas limitações, como a ausência de capacidade adesiva intrínseca, o que pode causar fraturas por "união" ou comprometer a resistência à fratura da restauração. Para contornar essas limitações, o amálgama pode ser ligado ao esmalte e à dentina tratados com ácido, utilizando-se um 'liner adesivo', o que leva ao conceito de 'restauração de amálgama aderido'. Um exemplo disso é o "Amalgabond", cujo agente adesivo contém 4-META (anidrido 4-metacriloxietil-trimelitato). O 4-META tem a capacidade de se ligar às fibrilas de colágeno no componente orgânico da dentina e aos íons metálicos. Outra opção é o Panavia EX, uma resina ativa quimicamente que se adere tanto ao esmalte quanto ao metal. Foram relatadas forças de adesão entre 8,8 e 14,2 MPa para a união entre o Panavia EX e o esmalte ácido, comparado a 18-20 MPa entre a resina composta e o esmalte ácido. As restaurações de amálgama aumentam significativamente a resistência à fratura, embora as restaurações de resina composta sejam ainda mais resistentes, e mais estéticas. (Banerji, et al.,2010)

4.2.2 Resina composta

A resina composta direta mostrou-se altamente eficaz na restauração de dentes com fissuras dolorosas, com uma taxa de falha anual de apenas 6%, segundo um estudo de Opdam et al., em 2008. Com o tempo, a carga repetitiva tanto na restauração quanto no tecido dentário remanescente pode causar stresse à camada adesiva, levando eventualmente à sua degradação e ao fracasso. Esse risco é ampliado em casos de SDF devido a dois fatores: bruxismo, que impõe cargas mais altas, e a presença de fraturas pré-existentes. Em tais casos, a flexibilidade das cúspides pode ser maior do que em dentes saudáveis e intactos, colocando pressão adicional sobre uma camada adesiva que já está enfraquecida. (Banerji, et al.,2010)

Outros aspectos também impactam o sucesso das restaurações de resina composta: a preferência pela aplicação incremental em vez de preenchimento em massa; contração de polimerização em onlays, que pode fazer com que o material encolha para o centro da restauração, aumentando a tensão na superfície aderida, mas vai ter menor eficácia em

restaurar a resistência à fratura em cavidades que excedem metade da largura intercuspidal. (Banerji, et al.,2010)

Figura 13. *SDF tratado com resina composta direta*



Nota. « Cracked tooth syndrome. Part 2: restorative options for the management of cracked tooth syndrome », Banejeri, Mehta e Millar, 2010

4.3 Tratamentos diretos com recobrimento da cúspide

4.3.1 Amálgama

As restaurações de overlay oclusal para tratar SDF não requerem técnicas difíceis para Médicos Dentistas. Em 1991, Hood et al. constataram que dentes restaurados com overlays de amálgama possuíam resistências à fratura comparáveis às de dentes não

afetados. Seguindo essa ideia, Homewood, em 1998, recomendou a aplicação de overlays nas cúspides de dentes com SDF como tratamento primário para esses casos. Homewood também realizou uma análise do desempenho de overlays de amálgama convencionais em casos de SDF, reportando uma taxa de sucesso excepcionalmente alta, superior a 93%. Um estudo de Davies et al., em 2000, revelou que houve uma diminuição na sensibilidade ao frio nos pacientes tratados com overlays de amálgama aderidos após um período pós-operatório de duas semanas. Esse resultado foi atribuído à habilidade do liner de resina de selar os túbulos dentinários, e também ao fato de que a intervenção requerer apenas 2mm de redução da cúspide afetada. (Banerji, et al.,2010)

4.3.2 Resina composta

A aplicação de resina composta na cúspide afetada em casos de SDF pode diminuir o stresse na cúspide comprometida. Isso ocorre potencialmente devido a uma combinação de fatores, incluindo o efeito de absorção da própria resina composta, que contribui para o aumento da rigidez da cúspide. Isso ajuda a redistribuir as cargas oclusais, desviando-as da área da fissura para as paredes axiais e ao longo do eixo vertical do dente. Diminuir a altura da cúspide afetada também pode reduzir sua flexibilidade quando submetida a carga, auxiliando no controle dos sintomas, reduzindo o estresse na camada adesiva e prolongando a durabilidade da restauração. Um estudo realizado por Opdam et al., em 2008, revelou que, após seis anos de uso de restaurações de resina composta com cobertura das cúspides, a taxa de sobrevivência foi de 100%, com a eliminação completa dos sintomas de sensibilidade térmica e dor ao morder. (Banerji, et al.,2010)

Resinas compostas de dos tipos podem estar utilizadas. Os compostos tipo pasta são geralmente usados para aderir e reforçar as cúspides afetadas, ajudando a aliviar o desconforto durante a mastigação. Por outro lado, os compostos fluídos são aplicados nos casos de SDF, sendo injetados diretamente nas fissuras. Essa técnica é recomendada para áreas que estão expostas a forças oclusais mais leves. (Korkut, et al., 2023)

Em resumo, o uso de materiais plásticos, como amálgamas e resinas compostas aderidas, quando aplicados nas cúspides afetadas em casos de SDF, não só é interessante em termos de custo e tempo, mas mostra sucesso clínico no alívio dos sintomas associados. O envolvimento da polpa não é geralmente um problema onde overlays diretos são usados para tratar o SDF, ao contrário do que pode ocorrer com métodos indiretos. No entanto,

se a terapia endodôntica é necessária após a aplicação de um material direto plástico, o acesso à polpa é relativamente simples. Para as restaurações indiretas, podem precisar ser refeitas após a conclusão do tratamento endodôntico. Adicionalmente, a idade é um fator determinante na seleção e uso de materiais de restauração. De acordo com um estudo de Wahl et al., em 2004, não houve diferença significativa na incidência de fraturas apicais entre restaurações de amálgama e compósito em pacientes jovens (18–54 anos). Por outro lado, em pacientes mais velhos (55–96 anos), as restaurações de compósito apresentaram uma maior taxa de fratura em comparação com as de amálgama. À medida que a idade avança, a taxa metabólica do tecido dentário, especialmente da dentina, diminui, acompanhada por uma perda contínua de tecido e aumento da fragilidade, o que pode levar ao desenvolvimento e expansão de fissuras orais. (Banerji, et al.,2010; Li, et al., 2021)

A principal preocupação com as restaurações diretas reside no nível de redução dentária necessária, na habilidade exigida do operador e na durabilidade dessas restaurações, particularmente entre indivíduos com bruxismo. (Banerji, et al.,2010; Li, et al., 2021)

4.4 Tratamentos Indiretos

A decisão de realizar restaurações indiretas é influenciada pela extensão do preparo do dente. Quando o preparo intracoronal excede metade da face lingual ou metade da distância entre as cúspides, recomenda-se optar por restaurações indiretas. Essa técnica permite o uso de materiais com propriedades mecânicas superiores às dos materiais de resina direta, e requer menos habilidade técnica do operador. No tratamento do SDF, as opções de restaurações indiretas incluem inlays, onlays e coroas completas, que oferecem excelente resistência à corrosão, melhor adaptação marginal e desgaste ótimo. (Avelar, et al., 2017; Korkut, et al., 2023)

4.4.1 Inlays

Os Inlays utilizam o conceito de "retenção por cunha", que podem comprometer a estrutura dental remanescente, frequentemente resultando em fraturas nas superfícies não protegidas. Esse método gera pressão oclusal no dente antes e durante o uso, tornando-o inadequado para o tratamento do SDF. Mas, com a crescente demanda por restaurações estéticas e previsíveis para os dentes posteriores, os Inlays cerâmicos e compostos

indiretos tornaram-se populares na medicina dentária como alternativas às resinas compostas diretas.

Os Inlays adesivos apresentam resultados distintos. Num estudo de Tara, et al., em 2018 mostrou que os Inlays de resina composta indireta e os Inlays cerâmicos MOD aderidos podem reforçar a resistência à fratura dos dentes preparados ao nível de dentes saudáveis. No entanto, os Inlays de resina composta tendem a sofrer maior desgaste inicial no local de adesão, mas a longo prazo não apresentam diferenças significativas de desgaste em comparação com os Inlays cerâmicos. As tensões nos Inlays cerâmicos concentram-se principalmente na própria cerâmica, enquanto os Inlays de resina composta podem induzir tensões de contração na interface com a estrutura dentária, promovendo o desenvolvimento e a extensão de fissuras no esmalte. Portanto, os Inlays cerâmicos são geralmente mais eficazes na restauração de SDF do que os Inlays de resina composta.

Um estudo de cinco anos realizado por Wassell et al., em 2000, comparando as taxas de falha e desgaste de Inlays de compósito direto e restaurações de resina composta convencional aplicadas incrementalmente, não encontrou diferenças estatisticamente significativas entre essas duas opções de restauração. A aplicação de Inlays adesivos, presente uma limitação no tratamento de dentes com SDF e doloridos. O procedimento demanda tempo e pode necessitar de um Inlay provisório que potencialmente acentua a fissura, além de exigir a remoção invasiva de tecido dental saudável. (Banerji, et al. 2010; Li, et al., 2021)

4.4.2 Onlays metálicos

Graças a evolução dos sistemas de adesão dentinária e a disponibilidade de cimentos de baixa viscosidade, tratamentos dentários de forma minimamente invasiva como o Onlay metálico adesivo são facilitados.

Em 1995, Yap relatou um caso onde um Onlay metálico adesivo feito de liga de cobalto-cromo foi usado para tratar um paciente com SDF. A preparação envolveu uma redução da superfície oclusal de 1 mm para as cúspides funcionais, e 0,7 mm para as cúspides não funcionais. Após, uma aplicação de um acabamento de ombro ao redor do dente, de 1,2mm, é colocada, e resulta em um dente assintomático por pelo menos um ano. Essa abordagem ultraconservadora é possível graças à rigidez das ligas de cobalto-cromo. (Banerji, et al.,2010)

Chana, et al., em 2000, constatou que as restaurações de liga de ouro tipo III, aderidas com cimento Panavia Ex, apresentaram uma taxa de sobrevivência de 89% após 60 meses, mostrando-se uma opção eficaz. Os dentes foram preparados para acomodar o metal com um desgaste de 1,5-1,0 mm, e finalizados com um pequeno chanfro abaixo de 1,2 mm da superfície oclusal preparada. (Li, et al., 2021; Banerji, et al.,2010)

Brackett et al., em 2009, apontaram que os Onlays de ouro representam a abordagem mais conservadora de restauração. Eles foram fixados com cimento de ionômero de vidro modificado por resina, e exames durante seis anos, indicaram uma performance robusta e duradoura do Onlay, e sem sintomas. (Li, et al., 2021)

As ligas de ouro fundido tipo III ou IV oferecem várias vantagens, como fácil manipulação, excelente acabamento, alta resistência à corrosão e a possibilidade de polimento. A formação de uma camada de óxido na superfície desses Onlays pode ser otimizada através de tratamentos térmicos a 650°C ou aplicação de estanho, melhorando a aderência ao cimento. (Banerji, et al.,2010)

Figura 14. *SDF num molar mandibular tratado com onlay ouro tipo III*



Nota. « Cracked tooth syndrome. Part 2: restorative options for the management of cracked tooth syndrome », Banerji, Mehta e Millar, 2010

Técnicas emergentes utilizadas com materiais compostos e ionômeros de vidro modificados por resina simplificam a cimentação dos Onlays metálicos. (Li, et al., 2021) Os Onlays metálicos têm desvantagens, especialmente em casos com pontos de contato proximal apertados, exigindo uma preparação extensa, demandam um investimento significativo de tempo e custos, e não são recomendadas para pacientes com baixa motivação, controle de placa inadequado, com exigências estéticas altas ou com disponibilidade de esmalte nas margens restauradoras limitada. (Banerji, et al.,2010)

Contudo, essas restaurações podem oferecer uma excelente adaptação marginal e acabamento, apresentam características de desgaste vantajosas e possuem alta resistência à corrosão. (Banerji, et al.,2017)

4.4.3 Onlays cerâmicos

A capacidade de adesão dos materiais cerâmicos ao esmalte dentário oferece uma alternativa estética aos Onlays metálicos. Com os avanços nas cerâmicas reforçadas por leucita, tornou-se viável criar restaurações totalmente em porcelana com alta resistência a fraturas e forças de flexão e compressivas diminuídas. (Banejeri, Mehta e Miller, 2010) Os Onlays cerâmicos são vantajosos por suas excelentes propriedades, incluindo resistência ao desgaste, reduzindo a perda de tecido dentário duro, atrito, biocompatibilidade e são eficazes para preservar a estrutura dentária. Comparados com Onlays de resina, eles minimizam os defeitos devido à contração de polimerização, melhorando assim a estabilidade da restauração e aumentando sua resistência à fratura. (Li, et al., 2021)

Liebenberg em 1999 descreveu o fabrico de Onlays parciais de porcelana para tratar dentes com SDF, com resultados eficazes apos cinco anos. Um estudo de Edelhoff em 2019 sobre cerâmicas de disilicato de lítio mostrou quatro descolorações e apenas uma fissura após 11 anos, por 103 Onlays. (Banerji, et al.,2010; Li, et al., 2021)

Segundo um estudo de Azevedo, et al., realizado em 2011, os Onlays cerâmicos são preferíveis por oferecerem maior resistência ao desgaste e ao atrito, ajudando a conservar a estrutura dentária existente. (Korkut, et al., 2023)

As cerâmicas, mesmo tendo um valor estético elevado, são materiais relativamente frágeis e apresentam limitada capacidade de deformação sob carga. Comparativamente, as resinas possuem um módulo de elasticidade de 57% mais eficazes na absorção de cargas compressivas do que as porcelanas dentárias. Estas não oferecem propriedades ideais de absorção de choque, o que pode resultar em alívio incompleto dos sintomas e aumentar o risco de continuação da propagação de fraturas. (Banerji, et al., 2017)

Os Onlays cerâmicos exigem uma redução dentária mais intensa em comparação com Onlays adesivos metálicos. Este procedimento é menos conservador biologicamente do

que a preparação para Onlays metálicos, mas ainda menos invasivo do que restaurações de recobrimento total. A aplicação de cerâmicas necessita de uma restauração provisória que pode aumentar o risco de complicações pulpares. Ajustes oclusais em restaurações cerâmicas podem iniciar microfraturas, expor cerâmica não vitrificada e tornar os reparos complicados. No caso de tratamento endodôntico, após sua colocação, o Onlay deve ser feito, e isso envolve custos adicionais. (Banerji, et al., 2010)

4.4.4 Onlays de resina composta adesiva

A restauração com Onlay de compósito indireto adesivo apresenta uma alternativa aos Onlays de compósito direto ou cerâmico no tratamento do SDF. São restaurações eficazes no manejo de dentes com dor e fissuras. (Banerji, et al.,2010)

Deliperi et al., em 2009, demonstraram que a técnica indireta, comparada aos Onlays de resina composta direta, possibilita restaurações com melhor forma anatômica, prescrição oclusal mais exata e anatomia de contato proximal mais consistente. Uma complicação dos Onlays diretos de resina composta é também a contração de polimerização, um problema que não ocorre com a técnica indireta. Esta última, possibilita um nível mais elevado de conversão de polimerização, melhorando propriedades mecânicas e físicas, como resistência e durabilidade ao desgaste. (Banerji, et al.,2010)

Signore et al. em 2007, publicaram os resultados de um estudo de seis anos descrevendo resultados de Onlays de compósito indireto adesivo para o tratamento de 43 dentes com SDF e doloridos. Após uma redução de 1,5mm- 2mm, as margens estabelecidas em esmalte saudável e posicionadas supragengivalmente, os Onlays foram cimentados utilizando um sistema de condicionamento total de três etapas e um cimento compósito de baixa viscosidade. A taxa de sobrevivência foi de 93%. (Banerji, et al., 2017; Banerji, et al.,2010)

Figura 15. *SDF tratado com onlay de resina composta indirecta*



Nota. « Cracked tooth syndrome. Part 2: restorative options for the management of cracked tooth syndrome », Banerji et al., 2010

Onlays de compósito indireto apresentam uma melhor facilidade de ajuste e possibilidade de reparo após tratamento endodôntico, sem a necessidade de substituição completa. E exigem a mesma quantidade de redução dentária que os Onlays de cerâmica. A preparação do dente para Onlays de compósito é mais conservadora que para restaurações de coroas e permite reparos efetivos. Contudo, os custos e o tempo envolvidos, e a necessidade de utilizar uma restauração temporária, representam desvantagens dessa opção. (Banerji, et al.,2010)

4.4.5 Coroas totais

Baseando-se na observação de que as fissuras em dentes posteriores normalmente se estendem de oclusal até o terço cervical, Gutherie e DiFiore, em 1991, recomendaram o uso de coroas de cobertura total como a abordagem mais eficaz para tratar a síndrome do dente fissurado. Com o uso de coroas de resina acrílica para tratar SDF, a taxa de falha observada foi de 11%. Foi referido que a forma de resistência oferecida por uma restauração de cobertura total ajuda a distribuir as forças oclusais por todo o dente preparado, minimizando as tensões que poderiam ser concentradas na fissura.

Foi verificado que após tratamento endodôntico, dentes fissurados restaurados com uma coroa completa apresentam uma taxa de sobrevivência significativamente maior do que

aqueles restaurados por outros métodos, e a incidência de complicações é menor. (Banerji, et al. 2017; Li, et al., 2021)

A coroa total parece ser uma opção interessante, mas essa abordagem não é conservadora biologicamente, nem a mais eficiente em termos de tempo e custos para tratar SDF. O estudo de Tan e colaboradores, de 2006, indicou que há uma preocupação significativa com complicações endodônticas ao seguir esse protocolo, com cerca de um quinto dos 127 dentes estudados necessitando de tratamento endodôntico nos primeiros seis meses após a colocação. Os riscos de danos irreversíveis à polpa são maiores, especialmente em dentes que incluem o envolvimento de uma ou ambas as cristas marginais, e o prognóstico para dentes fissurados que receberam tratamento endodôntico é geralmente desfavorável. (Banerji, et al., 2017)

Griffin, num artigo de 2006 clínico sobre SDF, recomendou o uso de restaurações cerâmicas produzidas pelo sistema CAD-CAM (design e manufatura assistidos por computador), que podem ser concluídas em apenas uma visita, isso diminuindo o risco de invasão bacteriana e microinfiltração. As vantagens das porcelanas CAD/CAM incluem não causar irritações devido à fabricação e cimentação de temporários, menor risco de contaminação salivar e bacteriana devido a restaurações provisórias inadequadas, que podem apresentar fraturas, vazamentos ou deslocamentos, e a eliminação de stresses pulpares que ocorreriam em uma segunda visita para testes da restauração, cimentação, maior dessecação do dente e exposição a bactérias ou trauma causado pelo uso de instrumentos rotatórios. (Banerji, et al., 2010; Soares, et al., 2019)

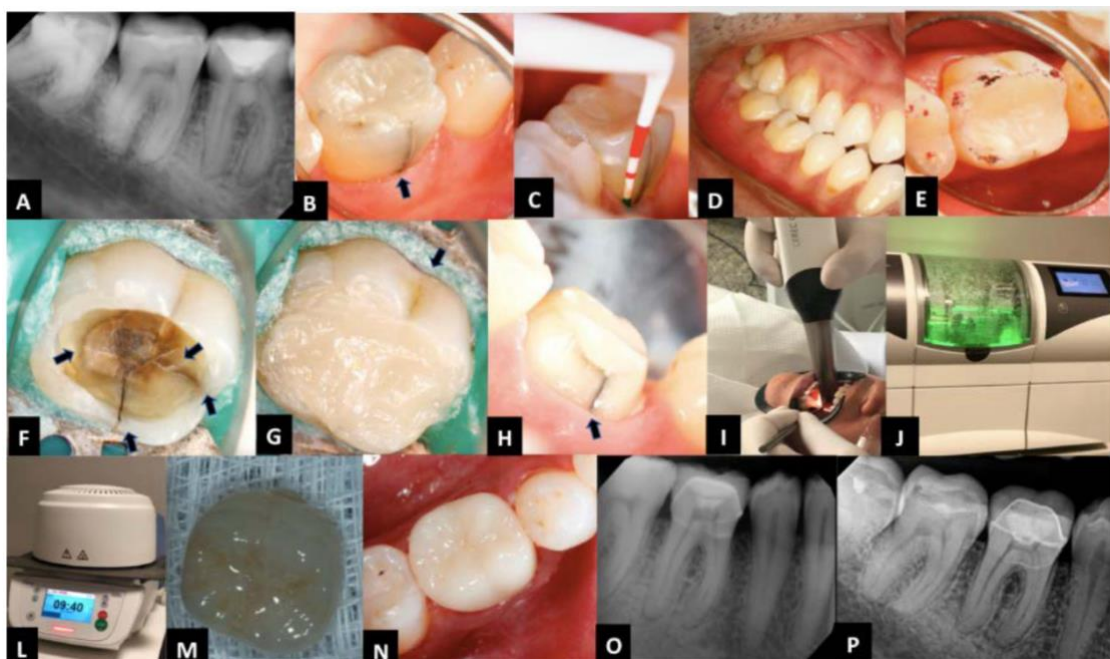
Um estudo de Soares et al., realizado em 2019, analisou três casos de dentes com linhas de fratura vertical em diferentes direções e extensões, destacando a possibilidade de restauração usando o sistema CAD-CAM, acompanhados por um período de 5 anos. Independentemente da direção e extensão das fraturas pela polpa (caso 1 sem desenvolvimento pulpar, caso 2 com pulpíte irreversível e caso 3 com necrose pulpar e uma grande lesão apical), após 5 anos, a taxa de sobrevivência foi de 100%. O estudo demonstrou que, mesmo em dentes tratados endodônticamente (como nos casos 2 e 3), é possível obter bons resultados clínicos e radiográficos, observando-se a reparação óssea apical no caso 3, com o uso do sistema CAD-CAM. Esta tecnologia tem benefícios significativos, como reduzir a possibilidade de invasão bacteriana, diminuir a flexão das

cúspides causada pelo stress das cargas oclusais durante a mastigação, minimizar o risco de complicações pulpares e prolongar a longevidade do dente, podem ser obtidos. Este estudo não confirma o de Tan, et al., sobre um prognóstico desfavorável para dentes tratados endodônticamente. (Soares, et al., 2019)

Segundo a FDI, coroas de cobertura total em dentes fissurados após um tratamento endodôntico demonstra uma taxa de sobrevivência significativamente mais alta e um menor risco de complicações. Este tratamento oferece um suporte e proteção ótimos, mas não é possível garantir sucesso em todos os casos. (World Dental Federation, 2023)

Na seleção do material indireto para o tratamento do SDF, pode-se escolher entre porcelana feldspática, cerâmica de vidro, alumina infundida com vidro ou zircônia. Os módulos de elasticidade desses materiais variam de 50 GPa, para cerâmicas de vidro e porcelana feldspática, até 250 GPa, para zircônia e alumina infundidas com vidro. As cerâmicas à base de disilicato de lítio têm uma resistência à fadiga flexural residual superior à das cerâmicas ricas em vidro e aos compósitos resinosos indiretos, e sofrem de menor degradação por fadiga sob cargas oclusais, oferecendo, assim, maior durabilidade clínica. (Korkut, et al., 2023)

Figura 16. SDF tratado com coroa total utilizando CAD-CAM



Nota. A) Radiografia digital inicial DR do dente 46. B) Foto do dente mostrando uma linha de fratura vertical na superfície lingual do dente em azul. C) Não foi observada profundidade de sondagem

periodontal. D, E) Interferências oclusais nos movimentos de trabalho foram investigadas. F) Restauração em resina composta sem cobertura cuspídea foi removida, e várias linhas de fratura em diferentes direções foram identificadas. G) Restauração temporária em resina composta. H) Preparação para coroa total do dente 46. I) Scanner intraoral CAD/CAM. J) Máquina de fresagem CEREC. L) Forno utilizado para a preparação da restauração final. M) Coroa total em E-MAX. N) Restauração definitiva da coroa total foi colocada. O) Radiografia periapical e interproximal após 6 meses; P) Acompanhamento de 5 anos. « Optimization of Results for Cracked Teeth Using CAD-CAM System: A Case Series », Soares, et al., 2019

4.5 Tratamento endodôntico

Várias razões podem exigir um tratamento endodôntico em dentes fissurados, como o diagnóstico de dente necrosado ou de pulpíte irreversível, uma exposição da polpa após a remoção da fissura. De fato, quanto mais profunda for a fissura, maior será a necessidade de um tratamento endodôntico. Em 2007, Krell e Rivera relataram que 56% dos dentes que apresentavam uma fissura no rebordo marginal distal foram submetidos a tratamento endodôntico. (Kakka, et al., 2022)

Para o alargamento do canal, podem ser utilizados instrumentos manuais ou rotatórios de níquel-titânio, dependendo do material e da experiência do Médico Dentista. Quanto ao protocolo de irrigação, geralmente inclui: solução de hipoclorito de sódio de 1% a 5,25%, ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) a 17% e, finalmente, álcool etílico a 96%. Hidróxido de cálcio como medicação intracanal pode ser utilizado. (Kakka, 2022)

Em 2020, Fawzy et al. introduziram o uso de sinvastatina como tratamento intracanal para a síndrome do dente fissurado. Este medicamento possui propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, imunomoduladoras, antioxidantes e osteogênicas. Após aplicar hidróxido de cálcio e constatar que o paciente continuava com dor, a sinvastatina foi usada por um período de três meses. Após esse período, foi removida e o canal preenchido com gutta-percha. A sinvastatina foi usada neste caso clínico como um medicamento intracanal para selar a fissura do dente porque estudos experimentais anteriores provaram que ela pode estimular a formação de dentina. Embora o mecanismo exato ou modo de ação da sinvastatina no selamento de fissuras não seja conhecido, este estudo mostrou que foi uma boa opção na abordagem deste caso. (Fawzy, et al., 2020)

Os canais radiculares são geralmente preenchidos utilizando gutta-percha termoplastificada. Esta abordagem é crucial, particularmente para canais que apresentam fissuras, porque elimina as forças laterais e ajuda a prevenir a extensão das fissuras. Para

estabilizar segmentos do dente e prevenir a propagação de fissuras durante procedimentos endodônticos, técnicas de contenção extracoronária, como coroas temporárias ou bandas ortodônticas, podem ser utilizadas. (Kakka, et al., 2022)

A restauração definitiva pode então ser realizada, conforme descrito anteriormente.

O estudo de Lee et al., em 2021, demonstrou a distribuição dos tratamentos de acordo com o PSP. Com um PSP menor que 3 mm, 56,1% dos casos foram tratados com coroa provisória seguida de coroa definitiva, enquanto 35,7% receberam uma coroa provisória, tratamento endodôntico e, em seguida, uma coroa definitiva. Com um PSP maior que 6 mm, 35,3% foram tratados apenas com coroa provisória e coroa definitiva, e 64,7% receberam uma coroa provisória, passaram por tratamento endodôntico e depois receberam uma coroa definitiva. (Lee, et al., 2021)

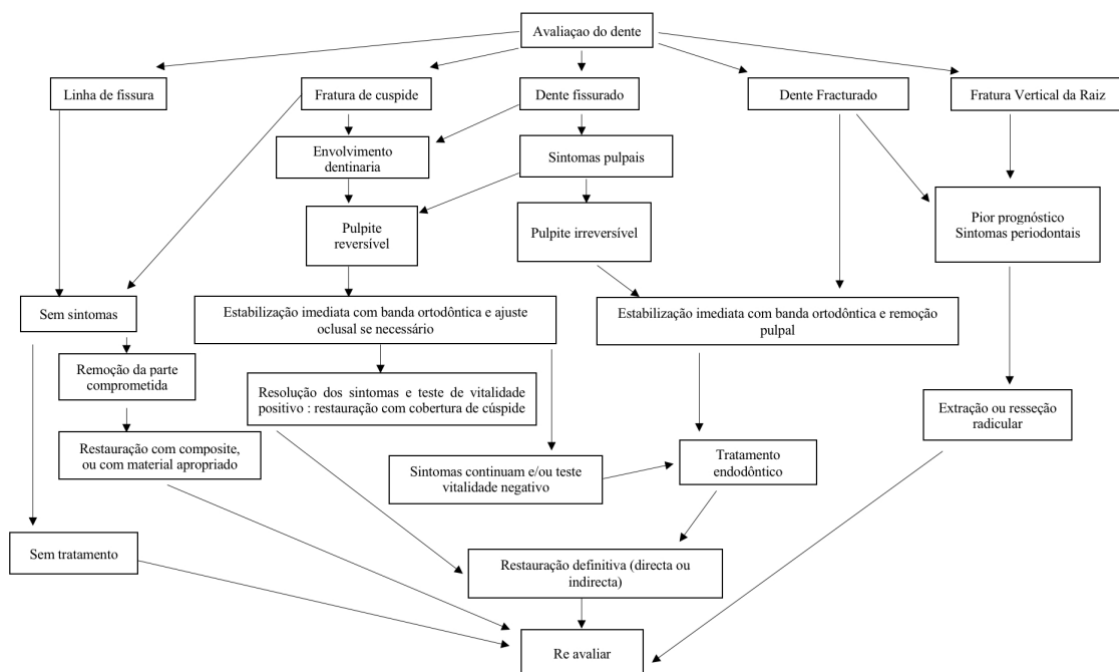
5. Discussão

O diagnóstico e a abordagem terapêutica da síndrome do dente fissurado representam desafios significativos, influenciados substancialmente pelos recursos disponíveis ao Médico Dentista, bem como pela sua experiência clínica. Técnicas diagnósticas mais acessíveis, como o teste de mordida, a coloração com corantes especiais, e a transiluminação, são comumente utilizadas devido à sua simplicidade e baixo custo. No entanto, penso que é melhor evitar a utilização de corantes, se possível, porque podem aderir ao dente e tornar-se inestéticos; e mesmo que os dentes sejam posteriores, isso pode comprometer a satisfação do paciente. Por outro lado, modalidades mais sofisticadas como a microtomografia computadorizada (micro-CT) e a tomografia de coerência óptica (TCO) são menos prevalentes no uso clínico diário devido aos custos associados e à necessidade de equipamentos especializados, os quais podem não estar disponíveis em todos consultórios. O desenvolvimento e o aprimoramento da inteligência artificial devem ser considerados. Este novo software está se tornando progressivamente mais sofisticado. No caso do SDF, foi possível detectar microfissuras; no entanto, esses resultados não foram obtidos em condições reais, no ambiente bucal, onde a luminosidade é limitada.

No que concerne ao tratamento, a escolha da técnica adequada é condicionada pela apresentação clínica e sintomatologia do paciente, sendo essencial que o plano terapêutico adotado não exacerbe a condição existente. A férula de compósito directo parece-me ser uma boa técnica como pode estar usado por diagnóstico e tratamento, que alia boa eficiência, boa relação custo/benefício, além de não exigir equipamento especializado além do que já está disponível em um consultório odontológico típico.

Um fluxograma de tratamento pode estar proposto:

Figura 17. *Tratamentos por SDF*



A eficácia deste procedimento dependerá da experiência e do conforto do dentista. Embora as restaurações indiretas possam necessitar de múltiplas consultas, elas tendem a oferecer melhores resultados a longo prazo, tanto em termos estéticos quanto no prognóstico do dente. Os materiais utilizados possuem propriedades superiores de adaptação e resistência.

III. CONCLUSÃO

O Síndrome do dente fissurado é uma condição patológica complexa, com impactos significativos na condição e qualidade de vida dos pacientes.

O diagnóstico preciso da síndrome do dente fissurado é particularmente desafiador devido à sua natureza subclínica e aos sintomas variáveis que podem mimetizar outras condições orais. Dentre os métodos diagnósticos, o uso de transiluminação e a utilização de corantes são destacados como eficazes para detetar pequenas fissuras não visíveis a olho nu. Outras técnicas envolvem a tomografia computadorizada cone-beam, que fornece uma visualização tridimensional detalhada, ajudando na localização e extensão da fissura.

As estratégias de tratamento para a síndrome do dente fissurado dependem fortemente da extensão e localização da fissura. Tratamentos conservadores incluem o uso de coroas completas que proporcionam proteção e estabilidade ao dente fissurado, minimizando as chances de progressão da fissura. Nos casos em que a fissura se estende até a polpa, tratamentos endodônticos são necessários. Em situações mais extremas, pode ser necessária a exodontia do dente quando o dano é irreparável e há risco de infecção ou problemas periodontais associados.

A melhoria das técnicas de diagnóstico e a constante atualização dos profissionais da Medicina Dentária são essenciais para a prevenção deste síndrome, especialmente com o desenvolvimento da inteligência artificial.

Intervenções preventivas podem incluir a promoção de uma oclusão balanceada e o uso de goteiras noturnas para pacientes que apresentam bruxismo, o que reduz significativamente o risco de fissuras devido à pressão contínua.

Este estudo reforça a necessidade de uma abordagem integrada e multidisciplinar na abordagem do síndrome do dente fissurado, visando não apenas o tratamento, mas também a educação do paciente sobre os riscos e as estratégias de prevenção. A melhoria contínua das práticas diagnósticas e terapêuticas contribuirá significativamente para a qualidade de vida dos pacientes afetados.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of Endodontists. (2008, summer). ENDODONTICS: Colleagues for Excellence, Cracking the Cracked Tooth Code: Detection and Treatment of Various Longitudinal Tooth Fractures, *American Association of Endodontists*, <https://www.aae.org>
- Arola, D. D., Gao, S., Zhang, H., & Masri, R. (2017). The Tooth: Its Structure and Properties. *Dental clinics of North America*, 61(4), 651–668. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.05.001>
- Avelar, W. V., Medeiros, A. F., de Oliveira Ramos, T., Vasconcelos, M., G., Vasconcelos, R. G., (2017). Síndrome do dente rachado: etiologia, diagnóstico, tratamento e considerações clínicas. *Odontalgia Clínico-Científica*, 16(1), 7-13
- Banerji, S., Mehta, S. B., & Millar, B. J. (2010). Cracked tooth syndrome. Part 1: aetiology and diagnosis. *British dental journal*, 208(10), 459–463. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2010.449>
- Banerji, S., Mehta, S. B., & Millar, B. J. (2010). Cracked tooth syndrome. Part 2: restorative options for the management of cracked tooth syndrome. *British dental journal*, 208(11), 503–514. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2010.496>
- Banerji, S., Mehta, S. B., Kamran, T., Kalakonda, M., & Millar, B. J. (2014). A multi-centred clinical audit to describe the efficacy of direct supra-coronal splinting--a minimally invasive approach to the management of cracked tooth syndrome. *Journal of dentistry*, 42(7), 862–871. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.02.017>
- Banerji, S., Mehta, S. B., & Millar, B. J. (2017). The management of cracked tooth syndrome in dental practice. *British dental journal*, 222(9), 659–666. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2017.398>
- Bhanderi S. (2021). Facts About Cracks in Teeth. *Primary dental journal*, 10(1), 20–27. <https://doi.org/10.1177/2050168420980987>
- Fawzy, M., Alhadainy, H. A., Salah-Uddin, M., & Abdulrab, S. (2020). Management of cracked tooth using simvastatin as intracanal medicament. *Clinical case reports*, 8(12), 3050–3053. <https://doi.org/10.1002/ccr3.3315>
- Gonzalez-Guajardo, D. I., Herrera, G. M. R., Mas-Enriquez, A., Capetillo-Hernandez, G., R., Tiburcio-Morteo, L., Cabral-Romero, C., Hernandez-Delgado, R., Solis-Soto J. M. (2017). Cracked tooth syndrome, an update. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 7(2), 314-317. <https://doi.org/10.22271/oral.2021.v7.i2e.1226>
- Guo, J., Wu, Y., Chen, L., Long, S., Chen, D., Ouyang, H., Zhang, C., Tang, Y., & Wang, W. (2022). A perspective on the diagnosis of cracked tooth: imaging modalities evolve to AI-based analysis. *Biomedical engineering online*, 21(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s12938-022-01008-4>

- Hasan, S., Singh, K., & Salati, N. (2015). Cracked tooth syndrome: Overview of literature. *International journal of applied & basic medical research*, 5(3), 164–168. <https://doi.org/10.4103/2229-516X.165376>
- Hu, Z., Wang, T., Pan, X., Cao, D., Liang, J., Gao, A., Xie, X., Xu, S., Miao, L., & Lin, Z. (2021). Comparison of diagnosis of cracked tooth using contrast-enhanced CBCT and micro-CT. *Dento maxillo facial radiology*, 50(7), 20210003. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20210003>
- John, M. K., Parameshwaran, M., Vidhya S., Sreeja, S., Kiran, Kiran, Prabhu, S. (2015). Cracked tooth syndrome- A review. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, 2(3), 294-297.
- Kahler W. (2008). The cracked tooth conundrum: terminology, classification, diagnosis, and management. *American journal of dentistry*, 21(5), 275–282.
- Kakka, A., Gavriil, D., & Whitworth, J. (2022). Treatment of cracked teeth: A comprehensive narrative review. *Clinical and experimental dental research*, 8(5), 1218–1248. <https://doi.org/10.1002/cre2.617>
- Korkut, B., Bayraktar, E.T., Tağtekin, D., Çolal, H., Özcan, M. (2023). Cracked Tooth Syndrome and Strategies for Restoring, *Current Oral Health Report*, 10, 212–222. <https://doi.org/10.1007/s40496-023-00352-1>
- Lee, J. I., Jeon, M. J., de Jong, E. J., Jung, H. I., Jung, I. Y., Park, J. W., & Shin, S. J. (2023). Evaluation of the clinical efficacy of quantitative light-induced fluorescence technology in diagnosing cracked teeth. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, 41, 103299. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2023.103299>
- Lee, S. H., Lee, J. J., Chung, H. J., Park, J. T., & Kim, H. J. (2016). Dental optical coherence tomography: new potential diagnostic system for cracked-tooth syndrome. *Surgical and radiologic anatomy : SRA*, 38(1), 49–54. <https://doi.org/10.1007/s00276-015-1514-8>
- Li, F., Diao, Y., Wang, J., Hou, X., Qiao, S., Kong, J., Sun, Y., Lee, E. S., & Jiang, H. B. (2021). Review of Cracked Tooth Syndrome: Etiology, Diagnosis, Management, and Prevention. *Pain research & management*, 3788660. <https://doi.org/10.1155/2021/3788660>
- Lim T. W. (2022). Creating space for a resin-bonded fixed partial denture retainer by using the Dahl concept. *The Journal of prosthetic dentistry*, S0022-3913(22)00227-X. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.03.036>
- Longridge, N. N., & Youngson, C. C. (2019). Dental Pain: Dentine Sensitivity, Hypersensitivity and Cracked Tooth Syndrome. *Primary dental journal*, 8(1), 44–51. <https://doi.org/10.1177/205016841900800101>

- Mamoun, J. S., & Napoletano, D. (2015). Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm. *European journal of dentistry*, 9(2), 293–303. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.156840>
- Markose, A. (2020). Crack Tooth Syndrome. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 19(10). 4-9
- Noma, N., Shimizu, K., Watanabe, K., Young, A., Imamura, Y., & Khan, J. (2017). Cracked tooth syndrome mimicking trigeminal autonomic cephalalgia: A report of four cases. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, 48(4), 329–337. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a37688>
- Nosrat, A., Yu, P., Verma, P., Dianat, O., Wu, D., & Fouad, A. F. (2022). Was the Coronavirus Disease 2019 Pandemic Associated with an Increased Rate of Cracked Teeth?. *Journal of endodontics*, 48(10), 1241–1247. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.07.002>
- Piboonniyom Khovidhunkit S., Songmanee S. (2014). Prevalence of cracked tooth in a group of patients at the Faculty of Dentistry, Mahidol University. *Mahidol Dental Journal*, 34, 234-42.
- Ricucci, D., Siqueira, J. F., Jr, Loghin, S., & Berman, L. H. (2015). The cracked tooth: histopathologic and histobacteriologic aspects. *Journal of endodontics*, 41(3), 343–352. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.09.021>
- Roma, M., Hegde, S., Mallya, P. L., Chitra. (2020). Criteria For Management of Cracked Tooth Syndrome: A Review. *Journal of International Dental and Medical Research*, 13(3), 1198-1203.
- Shalini, H., Manish. (2014). Cracked Tooth Syndrome - An Elusive Diagnosis. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(1), 57-61.
- Shetty, R., Agarwalla, A., Jagtap, P., Patel, N., Katkade, A., Somani, S. (2014). Cracked tooth syndrome. *Journal of Dental Research and Scientific Development*, 1(2), 51-56. Doi: 10.4103/2348-3407.135075
- Soares de Toubes, K. M., Moreira Maia, L., Cota Goulart, L., de Freitas Teixeira, T., Silva, N. R. F. A., Isaías Seraidarian, P., & Silveira, F. F. (2020). Optimization of Results for Cracked Teeth Using CAD-CAM System: A Case Series. *Iranian endodontic journal*, 15(1), 57–63. <https://doi.org/10.22037/iej.v15i1.26731>
- Sturgill, R. B., (2017). *Prevalence and Clinical Characteristics of Teeth Extracted with a Diagnosis of Cracked Tooth: A Retrospective Study* [Thesis Master of Science in Dentistry, Virginia Commonwealth University]. Theses and Dissertations. <https://scholarscompass.vcu.edu/etd/4820>
- World Dental Federation FDI. (2022). *Cracked Tooth Syndrome: An advice sheet for dentists and dental teams*. <https://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/2022-07/FDI%20Cracked%20Tooth%20Syndrome.pdf>

- Xie, N., Wang, P., Wu, C., Song, W., Wang, W., & Liu, Z. (2017). Impact of cusp inclinations on dental fractures in cracked tooth syndrome model and relevant risk evaluation. *Experimental and therapeutic medicine*, 14(6), 6027–6033. <https://doi.org/10.3892/etm.2017.5285>
- Yahyazadehfar, M., Ivancik, J., Majd, H., An, B., Zhang, D., & Arola, D. (2014). On the Mechanics of Fatigue and Fracture in Teeth. *Applied mechanics reviews*, 66(3), 0308031–3080319. <https://doi.org/10.1115/1.4027431>
- Yang, S. E., Jo, A. R., Lee, H. J., & Kim, S. Y. (2017). Analysis of the characteristics of cracked teeth and evaluation of pulp status according to periodontal probing depth. *BMC oral health*, 17(1), 135. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0434-x>