

Noémie Uzan

Fratura dos instrumentos em Endodontia: estado da arte – revisão narrativa

Faculdade de Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2021

Noémie Uzan

Fratura dos instrumentos em Endodontia: estado da arte

Faculdade de Ciências da Saúde

Universidade Fernando Pessoa

Porto, 2021

Noémie Uzan

Fratura dos instrumentos em Endodontia: estado da arte

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para a obtenção
do grau de Mestre em Medicina Dentária

Noémie Uzan

RESUMO

Introdução: A fratura de instrumentos durante o tratamento endodôntico pode ocorrer sendo um dos erros de instrumentação inesperados durante a sua execução, o que pode comprometer o prognóstico e o sucesso do mesmo.

Objetivo: O presente trabalho tem como objetivo a incidência e a etiologia da fratura das limas de instrumentação, e qual o processo e melhor decisão clínica a tomar após a fratura de um instrumento endodôntico.

Metodologia: A revisão da literatura realizada para este trabalho foi baseada nas plataformas *Pubmed*, *ScienceDirect* e *Google Scholar* e pesquisa de bibliotecas universitária da UFP.

Conclusão: A fratura de um instrumento ocorre quando há uma força de torção excessiva e a fadiga cíclica do instrumento. A gestão delas deve basear-se num conhecimento aprofundado das taxas de sucesso de cada opção terapêutica. Quando a probabilidade de sucesso de remoção do instrumento é baixa, o fragmento pode ser deixado *in situ*.

Palavras-chaves: instrumentos fraturados, torque, fadiga cíclica, torção, instrumentos manuais, instrumentos rotatórios e velocidade.

ABSTRACT

Introduction: Instrument fracture during endodontic treatment can occur being one of the unexpected instrumentation errors during its execution, which can compromise the prognosis and or success of the treatment.

Objective: The present study aims at the incidence and etiology of instrumental fracture, and what is the process and best clinical decision to make after fracture of endodontic instrument.

Methodology: The literature review carried out for this study was based on the *Pubmed*, *ScienceDirect* and *Google Scholar* platforms and UFP university library research.

Conclusion: Instrument fracture occurs when there is excessive torsional force and cyclic fatigue of the instrument. Their management must be based on a thorough knowledge of the success rates of each therapeutic option. When the probability of successful removal of instrument is low, the fragment can be left *in situ*.

Keywords: broken instruments, torque, cyclic fatigue, torsion, manual instruments, rotary instruments and velocity.

AGRADECIMENTOS

Antes de mais, gostaria de agradecer ao meu professor de dissertação, Professor Doutor Duarte Guimarães, pela confiança que depositou em mim ao concordar em supervisionar este trabalho, pelos seus conselhos judiciosos e por todas as horas que dedicou à direção desta investigação. Gostaria também de lhe dizer o quanto apreciei sua grande disponibilidade e a sua rapidez na revisão os documentos que lhe enviei. Finalmente, fui extremamente sensível às suas qualidades humanas de escuta e compreensão ao longo deste trabalho.

Gostaria também de agradecer a todo o pessoal docente da Universidade Fernando Pessoa. Especialmente o Reitor da Universidade, que soube ouvir e que faz tudo o que está ao seu alcance para nos dar a melhor formação possível.

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todos os professores, oradores e a todas as pessoas que, através das suas palavras, escritos, conselhos e críticas, orientaram as minhas reflexões e concordaram em encontrar-se comigo e responder às minhas perguntas.

Aos meus pais, Helene e Dan Uzan, pelo seu constante apoio e encorajamento. Sempre me ensinaram a seguir os meus sonhos e a nunca desistir. Eles acompanharam-me e guiaram-me no meu sonho de me tornar um dentista.

Agradeço aos meus irmãos, Yohan e Yonathan, e à minha irmã, Lana, pelo seu afeto, amor e apoio incondicional, que foram um grande conforto para mim.

Gostaria também de ter um pensamento especial para os meus amigos, em particular o Dr. Allan Bokobza que me acompanhou desde o início dos meus estudos e sempre esteve presente para mim. Ele soube responder a todas as minhas perguntas e sempre me encorajou desta forma.

ÍNDICE

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
AGRADECIMENTOS	vii
ABREVIATURAS	x
I. INTRODUÇÃO	1
1. Materiais e métodos	2
II. DESENVOLVIMENTO	2
1. Incidência e etiologia da fratura	2
i. Incidência da fratura.....	2
ii. Etiologia das fraturas de instrumentos	4
a. Competência / experiência do operador	4
b. Importância da técnica dos instrumentos	5
c. Dinâmica da utilização dos instrumentos	5
d. Anatomia radicular e coronária do dente	5
e. Número de utilizações	6
2. Tomada de decisão clínica após a fratura de um instrumento endodôntico.....	7
i. Critério de escolha da técnica a usar, fatores que influenciam a tomada de uma decisão clínica	7
a. Competências do Médico Dentista e os meios colocados à sua disposição:	7
b. A posição e o comprimento do fragmento na raiz:	7

c. O estado periodontal:.....	8
d. Fraturas associadas ao doente:	9
ii. Abordagem terapêutica	9
a. Abstenção terapêutica:.....	9
b. Bypass:	10
c. Remoção dos instrumentos fraturados:	11
d. Obturação “in situ”:.....	13
III. DISCUSSÃO.....	14
IV. CONCLUSÃO	15
BIBLIOGRAFIA.....	16

ABREVIATURAS

3D	3 Dimensões
CR	Canal radicular
FCS-UFP	Faculdade de Ciências da Saúde / Universidade Fernando Pessoa
FG	Brocas de gates
FI	Fratura de instrumento
MD	Médico Dentista
mm	Milímetro
NiTi	Níquel-titânio
SCR	Sistema de canais radiculares
SS	Aço inoxidável
TE	Tratamento endodôntico

I. INTRODUÇÃO

Desde o aparecimento dos instrumentos rotatórios em níquel-titânio (NiTi), observa-se um aumento da incidência de fratura de instrumento (FI). A literatura constatou uma taxa de FI que varia entre 1% e 6%, dos quais 3% dos instrumentos fraturados são deixados no local do canal radicular (CR) onde fraturam (Tabassum, Zafar e Umer, 2019). Uma ampla gama de instrumentos fratura no sistema de canais radiculares (SCR) como as brocas Gates-Glidden, as limas endodônticas em aço, carbono ou aço inoxidável (SS), as limas em NiTi, agulhas de irrigação, lentulos. No entanto, a maior parte dos estudos fazem referências às limas em NiTi e às limas SS. A incidência de FI rotativos NiTi e as limas SS é de cerca de 5% (Alrahabi, Zafar e Adanir, 2019). O estudo sugere que os instrumentos rotativos NiTi têm uma taxa de fratura semelhante à dos manuais. No entanto, os instrumentos manuais são inicialmente utilizados para criar uma trajetória de descida manual denominado *glidepath*. O resto da instrumentação é completada por instrumentos rotatórios. A execução de um correto *glidepath* antes da instrumentação rotatória diminui a probabilidade de FI em NiTi rotatório (Godiny *et al.*, 2017). Por esta razão, é dada maior importância à FI rotatórios em NiTi.

É importante que o Médico Dentista (MD) compreenda a origem da fratura para que esta situação não se repita. Em Endodontia, a FI é uma complicação que interrompe o bom desenrolar de um tratamento endodôntico (TE). Pode impedir a conclusão da preparação químico-mecânica do SCR. Quando o instrumento se fratura durante o TE, o MD pode ter várias opções de tratamento. A gestão da FI deve basear-se num conhecimento aprofundado das taxas de sucesso de cada opção terapêutica (Solomonov, Webber e Keinan, 2014).

A remoção das limas fraturadas é também tecnicamente difícil e demorada para o MD e, por vezes, altamente lesiva enfraquecendo o remanescente da estrutura dentária. Torna-se, desta forma, importante limitar a probabilidade de FI (McGuigan, Louca e Duncan, 2013).

Os instrumentos em NiTi fraturam quando há uma forte pressão devida à torção e/ou quando o instrumento se desgasta devido à flexão. A fratura da lima ocorre principalmente no terço apical do CR ou aquando do seu uso inadequado (Silva *et al.*, 2020).

Por último, as competências do operador, as novas propriedades das limas endodônticas e a limitação da reutilização das limas revelaram-se importantes para reduzir o índice de fraturas (Amza *et al.*, 2020).

O objetivo deste trabalho é estudar como ocorre uma FI, os fatores que desempenham um papel importante na ocorrência de FI, e qual o processo e a melhor decisão clínica a tomar após a fratura de um instrumento endodôntico servindo para que no meu exercício da profissão de Médica Dentista realize uma instrumentação conservadora e segura. Permitirá, na sua ocorrência, ajudar-me a tomar a melhor decisão clínica perante aquela situação.

1. Materiais e métodos

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica com recurso aos motores de busca *Pubmed*, *ScienceDirect*, *Google Scholar* e pesquisa na biblioteca universitária da FCS-UFP. As palavras-chaves introduzidas para a pesquisa foram: *broken instruments*, *torque*, *cyclic fatigue*, *torsion*, *manual instruments*, *rotary instruments*, *NiTi* e *rotation speed*.

Os artigos científicos e as revisões bibliográficas encontradas foram escolhidos num intervalo de tempo compreendido entre 1966 e 2020. Foram ainda incluídas algumas referências bibliográficas anteriores a este período pela sua importância histórica.

Foram encontrados 237 artigos. Os critérios de inclusão foram: artigos em língua portuguesa, francesa e inglesa; publicações com texto integral disponível. Os critérios de exclusão foram: casos clínicos e artigos que, após a leitura do título, do resumo não apresentam conteúdo científico relevante para este trabalho. Desta pesquisa, 37 artigos foram finalmente selecionados.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Incidência e etiologia da fratura

i. Incidência da fratura

O NiTi é uma liga versátil com propriedades como memória, super-elasticidade, resistência à corrosão e biocompatibilidade. As limas em NiTi foram introduzidas no mercado dentário no final dos anos de 1980 e tornaram o TE mais acessível. A flexibilidade elástica de uma lima NiTi é duas a três vezes maior do que as limas SS. Elas têm também uma resistência superior à rutura por torsão do que as limas SS. No entanto, a fraca resistência do NiTi à força de atrito

em relação ao SS levou a uma suscetibilidade acrescida da fratura. Os sinais visíveis de deformação permanente e de possível fratura são muitas vezes evidentes nas limas SS operadas manualmente, mas não em instrumentos rotatórios NiTi. Isto é devido às propriedades de memória de forma da liga. Por conseguinte, os instrumentos rotatórios em NiTi foram associados a uma fratura sem aviso (Godiny *et al.*, 2017).

Os instrumentos rotatórios em NiTi estão associados a dois tipos de ruturas: a rutura dúctil e a rutura frágil, e ambos os tipos de ruturas podem coexistir. Compreender os diferentes tipos de fraturas ajuda a preparar adequadamente um canal evitando as fraturas dos instrumentos (Silva *et al.*, 2020).

A rutura dúctil é uma fratura por torção, portanto, por deformação plástica do material. Com efeito, aquando da aplicação de uma torção sobre um instrumento, este sofre primeiro uma deformação elástica e pode, se a torção parar, retomar a sua forma inicial sem deformação permanente. No entanto, se a força de torção for mantida, a deformação torna-se definitiva, o que indica que o limite elástico do instrumento foi excedido. Nesta fase, o instrumento já não pode recuperar a sua forma inicial. Portanto, se a torção persistir o instrumento pode fraturar. Os fatores que diminuem o risco de fratura por torsão são: o aumento da massa central do instrumento e o aumento da sua conicidade. De uma maneira geral, o aumento do volume de um instrumento aumenta a sua resistência à torsão (Jamleh *et al.*, 2014).

Clinicamente, a fratura por torsão é a mais frequente (Jamleh *et al.*, 2014). Ocorre quando a ponta de um instrumento rotatório é forçada e bloqueada num CR muito estreito, cujo diâmetro do CR é muito menor do que o da ponta. A haste da lima continua a girar e a fratura da lima ocorre quando o limite elástico da liga é excedido. É por isso que o CR deve ser ampliado e explorado com limas manuais antes da utilização dos instrumentos rotatórios, isto permite criar uma trajetória de descida manual denominado *glidepath*. (Varghese *et al.*, 2016). O diâmetro deste alargamento precoce dependerá do diâmetro do instrumento rotatório que será utilizado posteriormente (Silva *et al.*, 2020). Os instrumentos que se fraturam em resultado de uma sobrecarga de torção revelam sinais de deformação plástica, como o afrouxamento e o endireitamento da lima. À escala microscópica, a rutura dúctil apresenta, em geral, um aspeto granuloso (Ha *et al.*, 2015).

A rutura frágil é uma fratura ligada à fadiga cíclica em flexão do instrumento. É a consequência de uma acumulação de stress na massa da liga durante uma utilização

prolongada numa curva ou aquando de utilizações sucessivas. A resistência à fadiga cíclica de um instrumento rotatório corresponde ao número de rotações que um instrumento é capaz de efetuar sob a ação de uma restrição. As fraturas de fadiga cíclica ocorrem sem deformação permanente prévia que seria visível a olho nu. Por conseguinte, é impossível prever ou detetar com precisão as fraturas. Ocorre quando o instrumento gira livremente em contínuo num canal curvo que gera ciclos de tensão e de compressão no ponto de flexão máximo, resultando numa fratura. Ao longo do tempo, a acumulação de fadiga cíclica após cada utilização diminui a resistência à torção do instrumento, que é a sobreutilização. Outros fatores podem contribuir para a fadiga do metal, como a corrosão da lima, o raio de curvatura do CR e a velocidade de rotação do instrumento (Lopreite, Basilaki e Hecht, 2013). Os fatores que diminuem o risco de fratura por fadiga são: a redução da massa central do instrumento (quanto mais baixa a massa central, mais resistente o instrumento é à fadiga cíclica), quanto o diâmetro e a conicidade do instrumento diminuem, mais provável é que o instrumento se fracture desempenham um papel importante (quanto mais diminuem, mais provável é que o instrumento se fracture) (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2020).

Um estudo mostrou que a maioria dos instrumentos se fraturou devido à fadiga em flexão, tornando a causa da fratura a sobreutilização do instrumento. Com efeito, uma vez iniciada uma microfissura, a taxa de crescimento da fissura é mais elevada nas ligas em NiTi do que em outros metais de resistência semelhante, propagando-se esta rapidamente (Riyahi *et al.*, 2020). Ao contrário de outro estudo, a maior parte das fraturas foram provocadas por uma fratura por torção. O que sugere que a causa da fratura é o resultado do uso de uma força apical excessiva durante a instrumentação ou de uma curvatura excessiva do CR (Bueno *et al.*, 2019).

ii. Etiologia das fraturas de instrumentos

a. Competência / experiência do operador

A experiência do operador é um fator importante comunicado em relação à incidência das fraturas dos instrumentos clínicos. Quando os fatores como a velocidade e a sequência dos instrumentos recomendada pelo fabricante permaneceram constantes, a capacidade do operador é o fator-chave da FI (Madarati, 2019). Ficou comprovado que a aprendizagem e o treino são os primeiros meios de prevenção das fraturas instrumentais. A experiência adquirida pelo MD reduz consideravelmente o risco de fratura. Um estudo multicêntrico

demonstrou que a eficiência e a competência clínica do MD são os fatores mais determinantes na prevenção da FI (Plotino *et al.*, 2012).

b. Importância da técnica dos instrumentos

Durante o tratamento dos CR, o MD efetua uma passagem sequencial de instrumentos endodônticos. Quanto mais instrumentos houver na sequência, menor será o risco de FI (Choksi *et al.*, 2013). O erro mais comum é a redução do número de instrumentos para poupar tempo. Por conseguinte, é imperativo que o operador tenha uma formação sobre os diferentes sistemas de moldagem dos SCR que utiliza (Madarati, Hunter e Dummer, 2013). Foi proposta a criação de uma trajetória de descida manual (preparação manual dos canais com uma lima SS no comprimento de trabalho antes da instrumentação rotatória em NiTi) para reduzir a frequência de FI. Estas técnicas ajudam a reduzir o «bloqueio cónico» ou o «bloqueio do instrumento» associado à fratura por torção (Hecksher *et al.*, 2019).

c. Dinâmica da utilização dos instrumentos

Os motores elétricos controlados são geralmente recomendados para serem usados com sistemas NiTi rotatórios. Um estudo demonstrou que os motores controlados, que funcionam abaixo do limite elástico da lima, reduzem a FI devido a uma sobrecarga de torção. A maioria dos fabricantes recomenda, portanto, a utilização de uma velocidade de rotação entre 150 a 350 rotações por minuto. O maior número de fraturas instrumentais foi reportado quando a velocidade de rotação está entre 300 e 350 rotações por minuto (Amza *et al.*, 2020). O contacto repetido das lâminas do instrumento com as paredes dos SCR exerce uma pressão sobre o instrumento, sendo que estas tensões são tanto maiores quanto a velocidade aumenta, conduzindo à rutura do instrumento. Assim, a vida útil de um instrumento pode ser prolongada e o número de utilizações aumentado trabalhando a baixa velocidade. No entanto, o instrumento não corta tão bem a baixa velocidade. Por conseguinte, o operador tenderá a compensar esta falta de eficácia através do apoio ao instrumento, aumentando assim o risco de fratura (Zubizarreta-Macho *et al.*, 2020).

d. Anatomia radicular e coronária do dente

É muito importante que o MD domine a anatomia do dente a ser tratado para a realização de TE. Com efeito, a anatomia coronária e radicular dos dentes é complexa e variável entre os doentes. É recomendada a realização de duas radiografias com duas incidências diferentes do

dente a tratar. Se mesmo assim, tiver qualquer dúvida sobre a anatomia do dente, poderá ainda fazer um exame em 3 dimensões (3D) ao dente a tratar (Kaddoura e Madarati, 2020).

Em primeiro lugar, o local do dente a ser tratado na arcada dentária representa uma primeira limitação. Para tratar os molares, a visibilidade dos CR é reduzida e os instrumentos têm dificuldade em deslizar sobre o CR. Por conseguinte, alguns instrumentos de 31mm tamanho são incapazes de aceder aos SCR (Madarati, 2019).

A mineralização de um CR é a consequência da colocação de dentina nas paredes dos CR. As entradas do CR podem estar escondidas pelos esporões dentários (triângulo de Schilder) localizados nas paredes da câmara pulpar. Podem ser removidas com ultrassons e uma broca de Gates com movimento circular. Uma vez retirado, os instrumentos podem aceder diretamente à entrada dos CR, o que permite diminuir as tensões sobre os instrumentos (Sukegawa *et al.*, 2017).

O risco de FI aumenta numa anatomia radicular complexa. Testes demonstraram que a FI ocorre no ponto de flexão máxima, que corresponde ao ponto de maior curvatura do CR. Em geral, este ponto situa-se no terço apical. Estes testes demonstraram que quanto menor o raio de curvatura, mais difícil é instrumentar o CR. Com efeito, para um ângulo de curvatura equivalente, quanto menor for o raio da curvatura, mais marcada será a curvatura. (Amza *et al.*, 2020).

e. Número de utilizações

É evidente que o número de utilizações está relacionado com a fadiga cíclica do instrumento. O instrumento endodôntico tem mais risco de se fraturar quando é utilizado em excesso. Hoje em dia, é impossível prever para um dado instrumento um número de uso antes da ocorrência de uma fratura (El Feky, Ezzat e Bedier, 2019). No entanto, um estudo demonstrou que os instrumentos rotatórios de moldagem do CR em NiTi são capazes de preparar, pelo menos, cinco canais sem se fraturar (Madarati, 2019). Os fabricantes de limas endodônticas recomendaram que as limas fossem de utilização única e, para isso, introduziram funcionalidades nas novas limas, como, por exemplo, a deformação da lima durante a esterilização, impedindo assim a sua reutilização. Vários estudos indicam que a deficiência dos instrumentos em NiTi é mais influenciada pela forma como são utilizados do que pelo número de vezes que são utilizados (Amza *et al.*, 2020).

2. Tomada de decisão clínica após a fratura de um instrumento endodôntico

i. Critério de escolha da técnica a usar, fatores que influenciam a tomada de uma decisão clínica

É muito importante para o operador compreender que o fragmento fraturado não constitui, por si só, um risco direto de insucesso endodôntico, mas sim um risco indireto, uma vez que o fragmento proíbe o acesso à porção do CR situada ao seu nível apical (Simon *et al.*, 2008). Tal constitui um risco de fracasso ligado à contaminação real ou potencial desta parte do CR que não poderá ser desinfetada nem obturada. Quando um instrumento se fratura no SCR, é necessário tomar uma decisão. O MD pode deixar o instrumento no local onde ocorreu a fratura, contorná-lo ou remover o fragmento do CR. Para tomar a decisão correta, deve conhecer as indicações e os limites de cada técnica de remoção. A escolha é feita com base numa avaliação do benefício potencial da remoção em relação ao risco de complicação. Os meios técnicos para eliminar estes fragmentos foram consideravelmente melhorados nos últimos anos, principalmente graças ao microscópio operatório. A possibilidade de ver o fragmento facilita a sua libertação e apreensão, mas requer uma micro-instrumentação específica (Kaddoura e Madarati, 2020).

a. Competências do Médico Dentista e os meios colocados à sua disposição:

A remoção do instrumento fraturado é um gesto tecnicamente complicado, mas também delicado, que requer as qualificações de um MD experiente. A experiência, as competências, a atitude do operador e os meios de ampliação à sua disposição são fatores importantes na previsão do tratamento com instrumentos fraturados. O MD especialista em Endodontia tem que utilizar um equipamento de qualidade e adequado para a remoção do fragmento instrumental (McGuigan, Louca e Duncan, 2013). Além disso, foi demonstrado que o cansaço do operador teria um efeito negativo sobre o êxito da remoção do instrumento. Qualquer tentativa ousada e não conscienciosa de recuperar o instrumento fraturado pode agravar o caso e comprometer ainda mais o prognóstico do dente (McGuigan, Louca e Duncan, 2013).

b. A posição e o comprimento do fragmento na raiz:

O estado patológico da polpa pré-operatória é um fator determinante. Se o TE é realizado num dente vital não infetado e em campo cirúrgico, o risco de infeção é baixa, enquanto que a taxa

de sucesso é elevada. A escolha do tratamento depende da posição do fragmento no CR (Solomonov, Webber e Keinan, 2014).

Se o fragmento está localizado no terço coronário, então deve-se tentar a remoção. Se o fragmento se situar no terço médio do canal, o operador deve contornar ou eliminar o instrumento. E, finalmente, se for ao nível do terço apical, a remoção não é sistemática, porque há um risco elevado de complicação como a perfuração apical. O instrumento é, portanto, contornado e conseguido o *bypass*, em seguida, misturado com guta-percha quente ao obturar o CR (Solomonov, Webber e Keinan, 2014).

O comprimento do instrumento é também um fator a ter em conta na remoção do instrumento. É evidente que quanto mais longo for o fragmento instrumental (>5 mm), mais hipóteses tem de se encontrar na parte coronária do CR. Eles são mais fáceis de remover do que os fragmentos curtos. No entanto, a maior parte dos fragmentos instrumentais não ultrapassa 1,5 mm de comprimento e, em alguns casos, o fragmento é tão pequeno que o operador nem sequer se apercebe. A seção do CR também pode afetar o processo de remoção do instrumento. Esta corresponde ao espaço que existiria entre o instrumento e as paredes do CR. Este espaço permite a passagem de outros instrumentos que permitem contornar e desbloquear o instrumento fraturado (Madarati, Hunter e Dummer, 2013).

c. O estado periodontal:

No caso de um SCR infetados, o importante é saber em que fase do tratamento é que o instrumento se fraturou. Com efeito, se o TE for realizado num dente infetado com uma lesão inflamatória peri-radicular de origem endodôntica, o prognóstico de retirada do instrumento fica comprometido. É importante aceder à área apical da raiz para ter uma cura da lesão peri-apical. A decisão do MD é feita em função do estágio do tratamento de curta duração, ou seja, o nível de desinfeção e a qualidade da preparação químico-mecânica do CR. São possíveis várias situações (McGuigan, Louca e Duncan, 2013):

- Quando temos uma desinfeção e uma preparação avançada + instrumento a nível do terço coronário: a remoção do instrumento é recomendada.
- Quando temos uma desinfeção e preparação avançada + instrumento ao nível do terço médio ou apical: a remoção é desaconselhada, a FI deve ser contornada e, em seguida, é realizada uma obturação termo plástica com guta-percha quente.

- Quando a desinfecção e a preparação são insuficientes + instrumento no terço apical: o instrumento deve ser contornado. E depois, é realizada uma obturação do CR impermeável à base de guta-percha quente seguida de um controlo regular (Solomonov, Webber e Keinan, 2014).

d. Fraturas associadas ao doente:

A remoção de um instrumento fraturado implica o prolongamento do tempo gasto na cadeira dentária. Por conseguinte, o MD deve lidar com a apreensão do doente e as limitações de tempo. Desta forma, é seu dever informar o doente sobre o procedimento de tratamento, mas também sobre as possíveis complicações, o que dissipa os receios do doente ganhando assim o seu apoio. A manobra de remoção é entediante, por isso é importante ter o consentimento do doente. Com efeito, se este não aderir ao plano de tratamento estabelecido pelo MD, é inútil enveredar por essa via. Os problemas de saúde intervêm na tomada de decisão. Podem alterar o equilíbrio a favor da remoção do instrumento se for preferível evitar a extração do dente. Isto é válido para doentes com problemas graves, como doentes com imunodeficiência, com distúrbios hemorrágicos graves ou com bifosfonatos por via intravenosa, já que estes apresentam um risco acrescido de complicações pós-operatórias (McGuigan, Louca e Duncan, 2013). Por último, o custo da gestão da FI pode ser um fator determinante. Com efeito, na maioria dos casos, o MD recorre a um especialista para a remoção do instrumento fraturado. O doente pode decidir que as despesas suplementares não se justificam em relação à avulsão ou à abstenção terapêutica (McGuigan, Louca e Duncan, 2013).

ii. Abordagem terapêutica

a. Abstenção terapêutica:

Embora a FI não provoque risco de infeção, é então reconhecido que impede o acesso ao CR na sua parte apical, o que limita a preparação químico-mecânica do SCR e pode, portanto, comprometer o êxito do TE.

Do ponto de vista do doente, a retenção do instrumento dentro do CR pode ser uma fonte de ansiedade. Pode ser considerado uma falha no TE ou uma negligência por parte do MD. Esta situação pode deteriorar a relação entre o doente e o MD, o que pode levar a uma relação de conflito (McGuigan, Louca e Duncan, 2013). Por outro lado, pode ser difícil para o doente investir num dente comprometido e cujo prognóstico é incerto. No entanto, quando refletida e

justificada, a abstenção terapêutica é muitas vezes a solução de escolha, pois torna-se menos deteriorante para os tecidos dentários residuais e menos onerosa em tempo e em dinheiro (McGuigan, Louca e Duncan, 2013).

Existem três situações em que a abstenção terapêutica é favorecida: vitalidade pulpar pré-operatória, sobre um dente em que a desinfecção e a forma do canal são satisfatórias antes da fratura e quando a manobra de remoção é mais arriscada do que benéfica (McGuigan, Louca e Duncan, 2013).

Por último, é necessário planificar um acompanhamento do doente aquando da abstenção terapêutica. As visitas de controlo regulares permitem ao MD prevenir e tratar imediatamente uma infeção. Isto consiste em realizar um exame radiográfico a 1, 3, 6 e 12 em 12 meses após a obturação. No entanto, se se verificarem sinais clínicos ou radiográficos de uma ligação inflamatória peri-radicular, o MD deve considerar a avulsão ou a cirurgia endodôntica como solução terapêutica (Solomonov, Webber e Keinan, 2014).

b. Bypass:

Segundo Solomonov, Webber e Keinan (2014) o bypass é a técnica de escolha. Esta deve ser sistematicamente tentada em primeiro lugar para a sua eficácia sobre as fraturas de pequena dimensão. É indicado quando o fragmento se encontra na região apical ou após uma curvatura. Trata-se de uma técnica pouco dispendiosa, que não necessita de ajudas óticas. No entanto, o bypass é desaconselhado para todos os instrumentos de grande dimensão, pois há um risco demasiado grande de desvio ou de fratura de um novo instrumento (Solomonov, Webber e Keinan, 2014).

A técnica do bypass consiste em passar uma lima com um diâmetro pequeno ao longo da FI até ao comprimento do trabalho. A passagem faz-se através de um desvio existente entre o fragmento e a parede interna do CR. Uma vez passada a lima, o canal é ampliado. O fragmento pode ser desbloqueado e removido ou pode ficar preso nas paredes do CR. No entanto, o profissional deve ser prudente quanto à orientação e ao eixo da lima, a fim de evitar a formação de trajetos falsos. O objetivo desta técnica é aceder à parte apical do CR e proceder à sua preparação e desinfecção. O fragmento do instrumento é então integrado no material de obturação sem alterar as possibilidades de cura (Adl *et al.*, 2017).

c. Remoção dos instrumentos fraturados:

Se o MD optar por eliminar o segmento fraturado, várias técnicas e dispositivos foram desenvolvidos para facilitar o tratamento. Estas técnicas incluem ultrassons, dispositivos de micro-tubos e pinças. É importante para o MD conhecer as taxas de sucesso de cada técnica.

Ultrassons:

O aparelho de ultrassons, em conjunção com o microscópio, é considerado o método mais conservador. Por conseguinte, tornou-se o método mais utilizado e a sua taxa de sucesso é muito elevada (Meidyawati, Suprastiwi e Setiati, 2019). O objetivo deste método é o de criar um espaço em torno da cabeça do instrumento para libertar as tensões parietais. Em seguida, a inserção do ultrassom é colocada em contacto com o instrumento para permitir a mobilização do fragmento instrumental. Depois, são efetuados movimentos circulares no sentido anti-horário. Não deve ser aplicada qualquer força, uma vez que isto pode fazer com que o instrumento se afunde ainda mais no canal. Geralmente, o uso de brocas de Gates (FG) modificadas precede o uso de ultrassons. A ideia é construir uma plataforma de trabalho com FG modificadas para criar espaço suficiente entre a cabeça do instrumento e as paredes do CR. Estes instrumentos são utilizados com um contra ângulo de rotação de 300 rotações por minuto (Pruthi *et al.*, 2020). O FG é posto em contacto com o fragmento fraturado e isso assegurando-se de que a FG permanece centrada no canal, a fim de ser o mais conservador possível. No entanto, o uso de inserções ultrassónicas não é indicado quando a FI está localizada na parte apical do canal porque, uma vez no canal, a inserção impede o cirurgião de ver o instrumento. (Madarati, Hunter e Dummer, 2013).

As técnicas de micro-tubos:

As técnicas de micro-tubos são numerosas. Mas existem dois tipos de métodos para a extração do instrumento: os que não usam adesivo e os que usam adesivo. Vou descrever um método para cada tipo.

- A técnica de Masserann: foi desenvolvida por Masserann em 1966. É o primeiro método a utilizar micro-tubos. É o método de referência e inspirou numerosas técnicas desenvolvidas posteriormente. Para utilizar esta técnica, é necessário adaptar a dentina para permitir manobrar os diferentes instrumentos. Como a massa dentária é reduzida, o dente fica exposto a um risco aumentado de fratura radicular e perfuração (Vivekananda Pai, Mir e Jain, 2013).

Esta técnica é indicada no caso de um CR largo e direito em dentes anteriores. É difícil de implementar nos dentes posteriores devido à dificuldade de acesso e é desaconselhado quando o instrumento fraturado é pouco flexível. Primeiro, a entrada do CR é expandida e, em seguida, é criado um acesso direto até ao fragmento utilizando a FG. Em seguida, com um furo de diâmetro adequado em rotação anti-horário, é realizado furo com cerca de 4 mm de profundidade à volta do fragmento. Finalmente, com a pinça endodôntica de extração, o MD alcança o fragmento. Este último é removido rodando o conjunto, nunca puxando, no sentido anti-horário para os instrumentos dos canais e no sentido horário para os instrumentos de obturação (Vivekananda Pai, Mir e Jain, 2013).

Os extratores que utilizam sistemas adesivos:

O sistema de anulação é um sistema de micro-tubos com 4 extratores com diâmetros diferentes: 0,5, 0,6, 0,7 e 0,8 mm. Para poder eliminar o instrumento, é necessário que este seja libertado tendo, pelo menos, 3 mm de altura. O MD opta pelo micro-tubo que tem um diâmetro um pouco maior do que o do instrumento. Em seguida, o extrator é revestido com adesivo de cianoacrilato na sua extremidade e é introduzido no CR a fim de alcançar a extremidade da FI. O tempo de secagem é de 5 minutos. O fragmento é removido com um movimento de tração suave (Shenoy *et al.*, 2014). Esta técnica é eficaz quando o instrumento fraturado está livre no CR, mas é pouco utilizado quando este está localizado numa curvatura ou, em seguida, bloqueado na dentina (Bürklein *et al.*, 2020).

As técnicas alternativas:

- As pinças são normalmente usadas, como objetivo primordial, quando uma parte do instrumento ultrapassa a entrada do CR. No entanto, e por vezes, é necessário remover a dentina em torno do fragmento com a ajuda dos ultrassons. O instrumento é firmemente mantido e removido com o movimento de rotação de baixa amplitude e de tração.
- A técnica das limas trançadas: é, na realidade, um *bypass* que é realizado com várias limas endodônticas (geralmente 3). As limas são introduzidas, uma a uma, no CR em torno do instrumento, a fim de o contornar em diferentes locais. Em seguida, o cirurgião agarra todas as limas ao mesmo tempo e faz um movimento de rotação para as entrançar. O fragmento é retirado de seguida. O objetivo desta técnica é o de capturar o fragmento entre as limas entrelaçadas. Isto é feito quando o profissional não dispõe do material técnico elaborado, é indicado no caso de o fragmento não ser visível ou de estar situado ao nível apical do canal.

Note-se que o risco de fratura das limas utilizadas é reduzido quando estas possuem um diâmetro elevado (Shen, Peng e Cheung, 2004).

- Cirurgia endodôntica é uma técnica que tem sido considerada como o último recurso antes da extração. Quando o estado de saúde do doente o permite, esta é indicada para conservar o dente (Satheesh *et al.*, 2017). A introdução do microscópio cirúrgico e a utilização de novas inserções ultrassônicas melhoraram consideravelmente o seu prognóstico. Hoje, é possível preparar e fechar por via retrógrada a maior parte do SCR. A cirurgia endodôntica é realizada nos casos em que o acesso à totalidade do CR por via ortógrada é impossível. A remoção de um instrumento por via retrógrada é ideal quando este está situado para além do peri-ápice ou quando uma parte do instrumento ultrapassa o forâmen apical. Às vezes, é impossível remover a fratura sem realizar um procedimento apical. Para ter acesso ao fragmento instrumental, o ápice é em primeiro lugar cortado com a ajuda de uma fresa esférica. Isto é chamado de apicectomia. Esta é indicada para expandir o forâmen apical a fim retirar mais facilmente o instrumento fraturado. Em seguida, pode ser necessário trabalhar a região apical antes da realização da obturação retrógrada do CR. Se o fragmento estiver situado na porção média do CR e não puder ser retirado nem por ortógrado nem por via retrógrada, o instrumento fraturado é deixado no CR. O MD obtém a porção apical do CR por via retrógrada e a porção acessível coronariamente é preparada e obturada por via ortógrada (Gandevivala *et al.*, 2014).

d. Obturação “in situ”:

Várias técnicas e instrumentos são usados para remover instrumentos que fraturam no SCR; no entanto, às vezes eles falham. Alguns estudos, portanto, sugerem a inclusão de instrumentos fraturados no enchimento final do SCR. Uma obturação de boa qualidade é necessário para que o material de preenchimento possa selar os espaços entre as estrias da lima quebrada e a parede do CR (Taneja *et al.*, 2012). Foi demonstrado que os instrumentos fraturados deixados no canal não têm efeito negativo sobre o prognóstico do dente uma vez que o SCR está devidamente limpo e selado (Godiny *et al.*, 2017).

III. DISCUSSÃO

O problema da FI surgiu e evoluiu com o desenvolvimento da Endodontia e das suas técnicas cada vez mais inovadoras. Foi a técnica de Masserann que se impôs como referência durante algum tempo. No entanto, já não corresponde às normas da nova era da Endodontia, pois é demasiado devastadora para os tecidos dentários adjacentes e perigosa (risco de perfurações e fraturas). Foram desenvolvidas novas técnicas para resolver os principais inconvenientes. Estas assentam em tecnologias novas, em especial os ultrassons e o microscópio operatório (Perrin *et al.*, 2016). A escolha terapêutica numa FI está diretamente ligada à taxa de sucesso das diferentes técnicas. Distinguem-se as técnicas tradicionais e as técnicas atuais. Historicamente, recomenda-se que, qualquer que seja o estatuto pré-operatório da polpa, o instrumento fraturado deve ser deixado *in situ* e o tratamento do CR deve ser concluído na parte coronária acessível. Com efeito, o instrumento fraturado não afeta o prognóstico e pode, portanto, ser deixado no canal devido a manobras de retirada demasiado arriscadas. Foram realizados estudos sobre a utilização das técnicas de retirada tradicionais, como a técnica de Masserann de 1966. Estudo mostrou que a taxa de sucesso destas técnicas foi de 55%. Além disso, o tempo necessário para extrair os instrumentos fraturados variava entre 20 minutos e várias horas. Foram destacados três tipos de complicações: perfurações canales, fraturas secundárias de instrumentos e instrumento reprimido além do ápex. O autor relata a importância do uso do microscópio ótico, mas não parecem usá-lo de forma sistémica. Não se apercebe da contribuição do microscópio para o seu trabalho (Shen, Peng e Cheung, 2004). A evolução das técnicas permitiu instaurar certas regras a seguir para permitir o êxito do tratamento. Tal como a visualização constante do SCR ao microscópio ótico, a abordagem do fragmento fraturado através da criação de um acesso direto retilíneo com a FG, a criação de um tabuleiro na extremidade coronária do fragmento com a ajuda de uma FG modificada, a abertura da dentina em torno do fragmento metálico com uma lima ultrassónica. Deve ser também efetuada uma tentativa de *bypass* com uma lima manual e, por último, em caso de insucesso, o profissional experiente deve tentar extrair o fragmento utilizando as técnicas atuais utilizando microtubos. A taxa de sucesso das técnicas atuais é muito elevada. É de 100% para instrumentos fraturados antes e ao nível da curvatura. Em contrapartida, para os instrumentos fraturados para além da curvatura, a taxa de sucesso diminui consideravelmente (Suter, Lussi e Sequeira, 2005). De um modo geral, as técnicas designadas como atuais, revelam-se mais eficazes do que as técnicas tradicionais. A evolução da instrumentação obriga à remoção de fragmentos de instrumentos de diferentes dimensões, largura e forma.

Podemos assumir que a diferença de resultado com as técnicas atuais baseia-se na falta de visualização do fragmento (Shenoy *et al.*, 2014).

IV. CONCLUSÃO

Todos os sistemas de instrumentação são sensíveis à fratura. A FI pode ser associada à fratura por torção, por deformação plástica do material, mas também à fratura ligada à fadiga cíclica do instrumento. A compreensão da origem da fratura permite ao MD de não reproduzir esta situação. A maioria das FI pode ser evitada por medidas simples, a mais importante das quais é o domínio da técnica pelo operador. Um conhecimento contínuo e perfeito dos instrumentos endodônticos utilizados permite ao MD reduzir consideravelmente o risco de FI. O estudo e o conhecimento da anatomia do SCR e coronária dão a possibilidade de reduzir ao máximo as tensões sobre os instrumentos e, portanto, diminuir os riscos de FI. O profissional deverá avaliar as dificuldades associadas à remoção do instrumento. A medida da relação benefício-risco permitida por um conhecimento teórico e uma boa experiência clínica é a chave da escolha terapêutica. A chegada do microscópio ótico e das inserções endodônticas ultrassônicas permitiu um avanço considerável no tratamento das FI. A remoção do instrumento fraturado tornou-se mais acessível para o MD, graças ao aparecimento de novos métodos de remoção de instrumentos. Se a instrumentação para remover a fratura for simples e conservadora, deve ser sempre tentada. Quando a probabilidade de sucesso do tratamento é elevada, mas o tratamento é demasiado devastador para o dente, o fragmento pode ser deixado *in situ*. Há casos em que o acesso ortógrado não é possível, especialmente quando o fragmento está localizado fora da curva do canal, e nestes casos a melhor solução é a opção de cirurgia endodôntica.

BIBLIOGRAFIA

- Adl, A., *et al.* (2017). Success rate and time for bypassing the fractured segments of four NiTi rotary instruments. *Iranian Endodontic Journal*, 12(3), pp. 349-353. doi: 10.22037/iej.v12i3.16866.
- Alrahabi, M., Zafar, M. S., e Adanir, N. (2019). Aspects of clinical malpractice in endodontics. *European Journal of Dentistry*, 13(3), pp. 450-458. doi: 10.1055 / s-0039-1700767.
- Amza, O., *et al.* (2020). Etiology and Prevention of an Endodontic Iatrogenic Event: Instrument Fracture. *Journal of Medicine and Life*, 13(3), pp. 378-381. doi: 10.25122/jml-2020-0137.
- Bueno, C. R. E., *et al.* (2019). Cyclic fatigue resistance of novel Genius and Edgefile nickel-titanium reciprocating instruments. *Brazilian Oral Research*, 33(e028). doi: 10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0028.
- Bürklein, S., *et al.* (2020). Removing Fractured Endodontic NiTi Instruments with a Tube Technique: Influence of Pre-Treatment with Various Agents on Adhesive Forces In Vitro. *Materials*, 13(1), p. 144. doi: 10.3390/ma13010144.
- Choksi, D., *et al.* (2013). Management of an intracanal separated instrument: a case report. *Iranian Endodontic Journal*, 8(4), pp. 205-7. PMID: 24171030.
- El Feky, H. M., Ezzat, K. M., e Bedier, M. M. A. (2019). Cyclic fatigue resistance of M-Pro and RaCe Ni-Ti rotary endodontic instruments in artificial curved canals: a comparative in vitro study. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 44(4), p. e44. doi: 10.5395/rde.2019.44.e44.
- Gandevivala, A., *et al.* (2014). Surgical removal of fractured endodontic instrument in the periapex of mandibular first molar. *Journal of International Oral Health*, 6(4), pp. 85-8. PMID: 25214740.
- Godiny, M., *et al.* (2017). Apical microleakage in root canals containing broken rotary instruments. *Iranian Endodontic Journal*, 12(3), pp. 360-365. doi: 10.22037/iej.v12i3.16656.

- Ha, J. H., *et al.* (2015). Effect of alloy type on the life-time of torsion-preloaded nickel-titanium endodontic instruments. *Scanning*, 37(3), pp. 172-178. doi: 10.1002/sca.21195.
- Hecksher, F., *et al.* (2019). Endodontic treatment in artificial deciduous teeth through manual and mechanical instrumentation: a pilot study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(1), pp. 15-17. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1581.
- Jamleh, A., *et al.* (2014). Endodontic instruments after torsional failure: nanoindentation test. *Scanning: The Journal of Scanning Microscopies*, 36(4), pp. 437-443. doi: 10.1002/sca.21139.
- Kaddoura, R. H., e Madarati, A. A. (2020). Management of an over-extruded fragment in a C-shaped root canal configuration: A case report and literature review. *Journal of Taibah University Medical Sciences*, 15(5), pp. 431-436. doi: 10.1016/j.jtumed.2020.07.001.
- Lopreite, G., Basilaki, J., e Hecht, P. (2013). Influence of cyclical fatigue on torsional fracture morphology in endodontic instruments. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 26(1), pp. 32-36. PMID: 24294821.
- Madarati, A. A., Hunter, M. J., e Dummer, P. M. (2013). Management of intracanal separated instruments. *Journal of Endodontics*, 39(5), pp. 569-581. doi: 10.1016/j.joen.2012.12.033.
- Madarati, A. A. (2019). Factors influencing incidents of complications while using nickel-titanium rotary instruments for root canal treatment. *BMC Oral Health*, 19(1), pp. 1-9. doi: 10.1186/s12903-019-0938-7.
- McGuigan, M. B., Louca, C., e Duncan, H. F. (2013). Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British Dental Journal*, 214(8), pp. 395-400. doi: 10.1038/sj.bdj.2013.379.
- Meidyawati, R., Suprastiwi, E., e Setiati, H. D. (2019). Broken File Retrieval in the Lower Right First Molar Using an Ultrasonic Instrument and Endodontic Micro Forceps. *Case Reports in Dentistry*, 2019. doi: 10.1155/2019/7940126.
- Masserann, J. (1966). L'extraction des fragments de tenons intraradiculaires. *Actual Odonto-Stomatologie*, 75, pp. 329-42.

Perrin, P., *et al.* (2016). Visual acuity and magnification devices in dentistry. *Swiss Dental Journal*, 126(3), pp. 222-235.

Plotino, G., *et al.* (2012). Cyclic fatigue resistance of Mtwo NiTi rotary instruments used by experienced and novice operators—an in vivo and in vitro study. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 18(6), pp. MT41-5. doi: 10.12659/msm.882887.

Pruthi, P. J., *et al.* (2020). Comparative evaluation of the effectiveness of ultrasonic tips versus the Terauchi file retrieval kit for the removal of separated endodontic instruments. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 45(2), p. e14. doi: 10.5395/rde.2020.45.e14.

Riyahi, A. M., *et al.* (2020). Cyclic Fatigue Comparison of TruNatomy, Twisted File, and ProTaper Next Rotary Systems. *International Journal of Dentistry*, 2020. doi: 10.1155/2020/3190938.

Ruiz-Sánchez, C., *et al.* (2020). The Influence of NiTi Alloy on the Cyclic Fatigue Resistance of Endodontic Files. *Journal of Clinical Medicine*, 9(11), p. 3755. doi: 10.3390/jcm9113755.

Satheesh, S. L., *et al.* (2017). Surgical management of a separated endodontic instrument using second generation platelet concentrate and hydroxyapatite. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(6), pp. ZD01-ZD03. doi: 10.7860/JCDR/2017/25761.9991.

Shen, Y., Peng, B., e Cheung, G. S. P. (2004). Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 98(5), pp. 605-610. doi: 10.1016/j.tripleo.2004.04.011.

Shenoy, A., *et al.* (2014). A novel technique for removal of broken instrument from root canal in mandibular second molar. *Indian Journal of Dental Research*, 25(1), pp. 107-10. doi: 10.4103/0970-9290.131157.

Silva, E. J., *et al.* (2020). Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Four Martensite-Based Niti Reciprocating Instruments. *European Endodontics Journal*, 5(3), pp. 231-235. doi: 10.14744/ej.2020.16878.

Simon, S., *et al.* (2008). Influence of fractured instruments on the success rate of endodontic

treatment. *Dental Update*, 35(3), pp. 172-179.

Solomonov, M., Webber, M., e Keinan, D. (2014). Fractured endodontic instrument: a clinical dilemma. Retrieve, bypass or entomb?. *The New York State Dental Journal*, 80(5), pp. 50-52. PMID: 25672079.

Sukegawa, S., *et al.* (2017). Use of an intraoperative navigation system for retrieving a broken dental instrument in the mandible: a case report. *Journal of Medical Case Reports*, 11(1), pp. 1-5. doi: 10.1186/s13256-016-1182-2.

Suter, B., Lussi, A., e Sequeira, P. (2005). Probability of removing fractured instruments from root canals. *International Endodontic Journal*, 38(2), pp. 112-123. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00916.x.

Tabassum, S., Zafar, K., e Umer, F. (2019). Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New?. *European Endodontic Journal*, 4(3), pp. 111-117. doi: 10.14744/eej.2019.80664.

Taneja, S., *et al.* (2012). Comparative evaluation of sealing properties of different obturation systems placed over apically fractured rotary NiTi files. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(1), pp. 36-40. doi: 10.4103/0972-0707.92604.

Varghese, N. O., *et al.* (2016). Resistance to torsional failure and cyclic fatigue resistance of ProTaper Next, WaveOne, and Mtwo files in continuous and reciprocating motion: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(3), pp. 225-30. doi: 10.4103/0972-0707.181937.

Vivekananda Pai, A., Mir, S., e Jain, R. (2013). Retrieval of a metallic obstruction from the root canal of a premolar using Masserann technique. *Contemporary Clinical Dentistry*, 4(4), pp. 543-6. doi: 10.4103/0976-237X.123069.

Zubizarreta-Macho, Á., *et al.* (2020). Influence of the Pecking Motion Frequency on the Cyclic Fatigue Resistance of Endodontic Rotary Files. *Journal of Clinical Medicine*, 9(1), p. 45. doi: 10.3390/jcm9010045.