

INFLUÊNCIA DA FÉRULA NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE RESTAURAÇÕES COM UTILIZAÇÃO OU NÃO DE RETENTORES INTRARRADICULARES EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE: uma revisão da literatura

INFLUENCE OF THE FERRULE ON THE FRACTURE RESISTANCE OF RESTORATIONS WITH OR WITHOUT THE USE OF INTRARADICULAR POSTS IN ENDODONTICALLY TREATED TEETH: a literature review

Recebido em: 25/03/2022

Aceito em: 27/05/2022

DOI:10.47296/salusvita.v41i01.273

JAFAR CÉSAR DUTRA¹
KARIN HERMANA NEPPELENBROEK²

¹ *Cirurgião-dentista, especialista em Endodontia e Prótese Dentária – Departamento de Prótese e Periodontia. Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil. 17012-901. jafar.odontologia@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0541-825X>.*

² *Professora associada, Mestre e Doutora em Reabilitação Oral – Departamento de Prótese e Periodontia. Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, São Paulo, Brasil. 17012-901, karinep@usp.br, <https://orcid.org/0000-0001-7086-2667>.*

Autor Correspondente

KARIN HERMANA NEPPELENBROEK

E-mail: khnepp@yahoo.com.br

INFLUÊNCIA DA FÉRULA NA RESISTÊNCIA À FRATURA DE RESTAURAÇÕES COM UTILIZAÇÃO OU NÃO DE RETENTORES INTRARRADICULARES EM DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE: uma revisão da literatura

INFLUENCE OF THE FERRULE ON THE FRACTURE RESISTANCE OF RESTORATIONS WITH OR WITHOUT THE USE OF INTRARADICULAR POSTS IN ENDODONTICALLY TREATED TEETH: a literature review

RESUMO

Objetivo: realizar uma revisão de literatura narrativa sobre a importância e a influência do efeito férula na resistência à fratura de restaurações em dentes tratados endodonticamente com utilização ou não de retentores intrarradiculares. **Metodologia:** Foram utilizados os seguintes descritores indexados no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde): “Férula”, “Prótese Dentária”, “Falha da Restauração Dentária”, “Técnica de Retentor Intrarradicular” e “Pinos de Retenção Dentária” para busca nas bases de dados PubMed, Embase, Lilacs, Web of Science, Scopus e Cochrane Library. **Resultados:** Os dados da maioria dos estudos *in vitro* ou *in vivo* incluídos nesta revisão sugerem o uso da férula para aumento da resistência à fratura e longevidade dos dentes tratados endodonticamente. Tem sido recomendada a confecção de uma férula com altura uniforme de 2 mm e espessura superior a 1,5 mm. **Conclusão:** O uso de retentores radiculares foi indicado pela maioria dos trabalhos, sendo geralmente recomendados os pinos de fibra de vidro ao invés de núcleos metálicos fundidos para minimizar os riscos de fratura radicular em razão do módulo de elasticidade semelhante à dentina, além de possibilidade de retratamentos em casos de falhas adesivas. Apesar disso, ainda são necessários estudos clínicos com acompanhamento a longo prazo para avaliar a longevidade das restaurações de dentes tratados endodonticamente utilizando pinos de fibra de vidro sem ou com a presença de férula em diferentes espessuras e alturas.

Palavras-chave: Prótese Dentária. Férula. Retentor Intrarradicular. Restauração. Resistência à Fratura. Pinos de Retenção Dentária.

ABSTRACT

Objective: *This study aimed to conduct a narrative literature review on the importance and influence of the ferrule effect on the fracture resistance of restorations in endodontically treated teeth with or without the use of intraradicular posts.* **Methodology:** *The following descriptors indexed in the DeCS (Health Sciences Descriptors) were used: “Ferrule”, “Dental Prosthesis”, “Dental Restoration Failure”, “Post and Core Technique”, and “Dental Posts”, to search on the databases of PubMed, Embase, Lilacs, Web of Science, Scopus, and Cochrane Library data.* **Results:** *Data from most of the in vitro or in vivo studies included in this review suggest the use of the ferrule to increase fracture resistance and longevity of endodontically treated teeth. It has been recommended to make a ferrule with a uniform height of 2 mm and a thickness greater than 1.5 mm.* **Conclusion:** *The use of intraradicular posts was indicated by most studies, and fiberglass posts are generally recommended instead of cast metal cores to minimize the risk of root fracture due to the modulus of elasticity similar to dentin, in addition to the possibility of retreatments in adhesive failure cases. Despite this, clinical studies with a long-term follow-up are essential to evaluating the longevity of restorations of endodontically treated teeth using fiberglass posts without or with the presence of ferrule in different thicknesses and heights.*

Keywords: *Dental Prosthesis. Ferrule. Intraradicular Post. Restoration. Fracture Resistance. Dental Posts.*

INTRODUÇÃO

A utilização de retentores intrarradiculares (RIR) está consolidada na literatura científica a fim de se obter retenção adequada das restaurações ou materiais de preenchimento e adesivos em todas as áreas envolvidas no processo, assim como a preservação do tecido dentário cervical para obtenção do efeito férula e o emprego de materiais com especificações físicas semelhantes à dentina (DIETSCHI; DUC; KREJCI I, 2007).

Retentores intrarradiculares são dispositivos utilizados em situações de grandes destruições coronárias devido à ocorrência de extensas lesões cáries, amplas restaurações, necessidade de tratamento endodôntico, associados ou não a elementos protéticos, e fraturas dentárias. Os pinos ainda trazem vantagens como distribuição mais homogênea das cargas mastigatórias que atuam na raiz, periodonto e osso, e conferem retenção do conjunto remanescente dentário, pino e restauração (BARATIERI *et al.*, 2002).

A execução do procedimento restaurador após o tratamento endodôntico pode ser um trabalho complexo e desafiador para a maioria dos profissionais envolvidos na prática clínica (SKUPIEN *et al.*, 2016), pois a escolha do tipo de sistema intrarradicular, além da restauração coronária a ser realizada, é fundamental para obtenção de retenção no tratamento reabilitador. Apesar das inúmeras vantagens do uso dos sistemas de retentores intrarradiculares, a evolução do conhecimento da influência do remanescente dentinário, o efeito férula é verificado como um dos fatores primordiais para o sucesso no tratamento reabilitador (KIM *et al.*, 2017).

O efeito férula e sua influência no sucesso das reabilitações protéticas vem sendo amplamente estudado. Os elementos cruciais para um prognóstico positivo no trabalho reabilitador de elementos dentais tratados endodonticamente são a preservação das paredes cavitárias, bem como o efeito férula (NAUMANN *et al.*, 2018). A férula é um componente fundamental que amplia a vida útil dos elementos dentais tratados endodonticamente submetidos ao processo restaurador protético, em consequência da redução do risco de fratura (DE LIMA *et al.*, 2010). A ausência total de férula sugere um resultado clínico inferior àquele obtido com presença de férula incompleta (JULOSKI *et al.*, 2012). Tem sido postulado que a férula pode ser mais determinante para a obtenção de retenção do que o uso de um retentor intrarradicular (MAGNE *et al.*, 2014). Vários autores concluíram que a presença de férula, independente do uso ou não de retentor intrarradicular, assegura ao elemento dentário resistência à fratura e comportamento biomecânico semelhantes em comparação com os obtidos com pinos, o que sugere que esses últimos não são necessariamente essenciais (MAGNE *et al.*, 2017; SCOTTI *et al.*, 2012; SKUPIEN *et al.*, 2016).

Embora os retentores intrarradiculares sejam empregados para reter materiais de preenchimentos e restaurações coronárias, não reforçam as raízes, podendo até mesmo enfraquecê-las por meio da perda de dentina radicular necessária para a preparação do espaço posterior (ASSIF; GORFIL; KREJCI, 1994).

O prognóstico do elemento dental pode ser limitado pela redução da resistência à fratura e impacto na rigidez dentária provocadas pela perda de estrutura dentária durante o preparo para restauração. O fracasso clínico pode ocorrer durante a preparação do espaço posterior, implicando em algum risco de perfuração acidental da raiz (MAGNE *et al.*, 2014).

Considerando os aspectos previamente mencionados, o presente estudo se propôs a realizar uma revisão de literatura narrativa sobre a importância e a influência do efeito férula na resistência à fratura de restaurações em dentes tratados endodonticamente com utilização ou não de retentores intrarradiculares.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da literatura narrativa com levantamento bibliográfico nas seguintes bases de dados: PubMed, SCOPUS, SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), EMBASE (*Excerpta Medica Database*) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), revistas eletrônicas e livros. Para se obter conclusões baseadas na literatura recente, dado ao avanço científico e tecnológico das restaurações estéticas em dentes tratados endodonticamente, foram incluídos majoritariamente periódicos com publicação da última década (2010 a 2021). Alguns artigos clássicos anteriores a esse período também foram incluídos para efeito comparativo dos resultados entre estudos. Foram excluídos artigos de casos clínicos, cartas ao editor e editoriais. Para a busca dos artigos, foram utilizadas palavras-chaves indexadas no DeCS – Descritores em Ciências da Saúde, em português e inglês, como “Férula” (“*Ferrule*”), “Prótese Dental” (“*Dental Prosthesis*”), “Falha da Restauração Dental” (“*Dental Restoration Failure*”), “Técnica de Retentor Intrarradicular” (“*Post and Core Technique*”) e “Pinos de Retenção Dentária” (“*Dental Posts*”). Foram estudados artigos originais de pesquisas, meta-análises e revisões de literatura.

REVISÃO DE LITERATURA

Efeito Férula

A palavra férula pode ter sido originada da conjunção das palavras ferro (*ferrum* em latim) e virola, que se trata de um aro ou anel de metal que envolve um artefato ou dispositivo com o objetivo de obter reforço (STANKIEWICZ; WILSON, 2008). O efeito férula ocorre quando em um dente endodonticamente tratado, a dentina coronária resultante é circundada por uma coroa, criando um complexo dente/restauração mais robusto (STANKIEWICZ; WILSON, 2008) para incrementar a resistência da restauração protética (SORENSEN; ENGELMAN, 1990).

A presença da férula em dentes tratados endodonticamente vem sendo amplamente investigada por estudos *in vitro* e ensaios clínicos, que sugerem um efeito direto no prog-

nostico e sucesso clínico das reabilitações protéticas, aumentando sua resistência à fratura e longevidade (DEJAK; MŁOTKOWSKI, 2013; MAGNE *et al.*, 2017; J. A. SKUPIEN *et al.*, 2016).

Skupien *et al.* (2016), em uma revisão sistemática e meta-análise sobre o “efeito férula”, verificaram sua influência na melhoria da resistência à fratura da restauração em estudos de laboratório. Ainda assim, os autores sugeriram que, além da férula, outros fatores clínicos podem estar associados à longevidade de molares e dentes anteriores, devendo ser alvo de futuras investigações.

Kar *et al.* (2017) observaram que o aumento do comprimento da férula pode elevar significativamente a resistência à fratura dos pré-molares inferiores tratados endodonticamente e restaurados com um pino de fibra de vidro e coroa de metal. Esse resultado corrobora com o estudo de Xie *et al.* (2020), que concluíram que a espessura da férula contribuiu significativamente para a resistência à fratura de incisivos tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de quartzo e coroas de metal. Os autores também sugeriram que dentes com espessura de férula superior a 1,5 mm podem alcançar maior resistência à fratura e ter um melhor prognóstico a longo prazo.

Existem duas mudanças principais na distribuição das tensões com um aumento na altura da férula presente: redução nas forças de compressão provocadas na dentina cervical na região vestibular e um incremento do estresse de tração promovido na dentina cervical por lingual com uma área ampliada de dentina palatina sob pressão, obtendo um melhor comportamento biomecânico na distribuição do estresse sobre o conjunto dente e prótese (ICHIM *et al.*, 2006).

Santos Pantaleón *et al.* (2018) observaram que o aumento da altura da férula pode favorecer a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, principalmente em casos de comprometimento das paredes proximais de suporte. Segundo o mesmo autor, o aumento da altura da parede da férula de 3 ou 4 mm foi associado a um significativo aumento na resistência à fratura e pode compensar a falta da parede interproximal. Entretanto, outro estudo de Liu *et al.* (2014) não encontrou diferenças significativas entre as tensões em pré-molares com coroas tratados endodonticamente e com férula circunferencial de 2 mm em comparação com pré-molares tratados endodonticamente com 4 mm de férula e acesso coronário sem a presença de restauração protética na análise de elementos finitos.

Ao avaliar o efeito da fadiga associado ao envelhecimento das amostras, Valdivia *et al.* (2018) observaram o efeito da presença da férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Os resultados demonstraram que dentes sem a presença de férula apresentaram aumento da deformação da dentina radicular após o processo de envelhecimento, sendo estatisticamente diferente dos dentes com a presença da férula, que revelaram maior resistência à fratura, menor concentração de tensões na dentina radicular e menos fraturas catastrófica (VALDIVIA *et al.*, 2018).

Além da presença e da altura da férula nos elementos dentais, outro fator que vem sendo amplamente estudado é a forma e a continuidade da férula que envolve a região cervical, o que pode também influenciar na longevidade e na resistência das reabilitações protéticas. É inevitável verificar clinicamente a ocorrência de férulas assimétricas, como demonstrado em alguns estudos como o de Tan *et al.* (2005) indicando que uma férula de altura não uniforme, variando entre 0,5 mm proximal e 2-mm vestibular e lingual, foi menos eficaz na prevenção de falhas sob carga estática do que uma férula uniforme de 2 mm. Esse achado corrobora com os de outros estudos que evidenciaram que o formato e a extensão da férula são mais relevantes que sua altura (NAUMANN *et al.*, 2006; ZAHARAN *et al.*, 2021). Por outro lado, Figueiredo *et al.* (2019) concluíram que o desenho ou formato da férula não apresentaram efeito na resistência à fadiga ou no modo de falha de incisivos tratados endodonticamente e restaurados com um pino de fibra, núcleo de preenchimento em resina composta e coroa total. Similarmente, Dikbas *et al.* (2007) concluíram que diferentes designs de férula não influenciaram na resistência à fratura de dentes restaurados com pinos de fibra de vidro.

O efeito da férula sobre o sucesso clínico de dentes tratados endodonticamente vem trazendo outros questionamentos sobre os protocolos de reabilitação protética e reavaliando a necessidade do uso de retentores intrarradiculares. Os retentores intrarradiculares, independentemente do seu material de fabricação (metálicos fundidos, ou pré-fabricados como os de fibra de vidro, carbono ou quartzo), foram desenvolvidos para aumentar a retenção da restauração. Com esse pressuposto, alguns estudos têm demonstrado que a presença da férula pode ser determinante para o uso ou não de retentores intrarradiculares, podendo prescindir da utilização deste no tratamento reabilitador (DE LIMA *et al.*, 2010; MAGNE *et al.*, 2017; MOBILIO *et al.*, 2018; KHABADZE *et al.*, 2020). De Lima *et al.* (2010) demonstraram que a presença da férula aumentou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. No entanto, o uso de pino de fibra de vidro não apresentou influência significativa nessa propriedade. Magne *et al.* (2017) concluíram que a sobrevivência de incisivos não vitais fraturados foi melhorada pela presença da férula, mas não pelo reforço com pino de fibra de vidro. Esses retentores, por sua vez, não foram capazes de compensar a ausência de férula. Mobilio *et al.* (2018) afirmaram que a presença de núcleo com pino de fibra de vidro não influenciou a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Khabadze *et al.* (2020) verificaram que a presença de férula completa com altura máxima foi o melhor design para resistência à fratura dentre todos os testados para dentes tratados endodonticamente.

Entretanto, outros estudos asseguram a eficácia da utilização de pinos de fibra de vidro como retenção para as restaurações protéticas, mesmo em dentes com a presença de férula (SALAMEH *et al.*, 2010; LAZARI *et al.*, 2018). Salameh *et al.* (2010) sugeriram que a colocação de um pino de fibra pode melhorar o desempenho clínico de dentes tratados en-

dentodenticamente e restaurados com *onlay*. Esse resultado corrobora com o obtido por Lazari *et al.* (2018), que concluíram que a sobrevivência de incisivos extensivamente danificados com tratamento endodôntico sem férula foi ligeiramente melhorada pelo uso de um pino de fibra de vidro, núcleo e restauração de resina composta *bulk-fill*. Apesar disso, nenhuma das técnicas de pino e núcleo foram capazes de compensar a ausência de férula.

Fontana *et al.* (2019) afirmam que, na ausência de férula, o uso de um núcleo e retentor intrarradicular em dentes tratados endodenticamente auxiliam na produção de falhas mais favoráveis. De acordo com os autores, na presença de férula de 1 mm de espessura, o uso de um núcleo e pino de fibra de vidro pareceu ser a melhor decisão clínica.

Com os avanços dos materiais e técnicas adesivas, há uma busca permanente por tratamentos reabilitadores mais conservadores. Recentemente, tem sido demonstrado que, mesmo em casos com ausência de férula, o uso de retentores intrarradiculares não é necessário para melhora da resistência à fratura (MAGNE *et al.*, 2014; DE CARVALHO *et al.*, 2021). Magne *et al.* (2014) observaram que molares tratados endodenticamente com extensa perda de estrutura coronal e sem férula apresentaram sobrevida semelhante biomecanicamente aos molares que fizeram uso de retentores. Os autores postularam que tais dentes poderiam ser restaurados com sucesso com coroas CAD/CAM de nanocerâmica de resina, com ou sem núcleo de preenchimento e retentor intrarradicular. Tais achados corroboram com os do estudo de De Carvalho *et al.* (2021), que observaram que restaurações *endocrowns* CAD/CAM de incisivos não vitais sem férula e sem retentores intrarradiculares melhoraram a resistência e otimizaram o modo de falha quando comparadas às restaurações tradicionais de coroas metalocerâmicas com núcleos metálicos fundidos.

RETENTORES INTRARRADICULARES

Os retentores intrarradiculares são dispositivos utilizados em situações de grandes destruições coronárias devido à ocorrência de extensas lesões cáries, amplas restaurações, necessidade de tratamento endodôntico associados ou não a elementos protéticos e fraturas dentárias. Os pinos ainda trazem vantagens como uma distribuição mais homogênea das cargas mastigatórias que atuam na raiz, periodonto e osso, e conferem retenção do conjunto: remanescente dentário, pino e restauração (BARATIERI *et al.*, 2002).

Os primeiros relatos na literatura de confecção de pino de retenção intrarradicular começaram com Pierre Fauchard em 1728. Um outro dispositivo que obteve grande sucesso foi a coroa de Richmond (1880), sendo um tubo rosqueado no canal que permitia a colocação de uma coroa por meio de um dispositivo de parafuso. Burgorem foi o primeiro autor a abordar a retenção com pinos, tendo publicado seu trabalho em 1917 (BARATIERI *et al.*, 2002).

A seleção do sistema de retentores mais adequado é ainda um desafio na clínica diá-

ria, pois fatores complexos, como a posição do dente na arcada, a quantidade de dentes remanescentes e sua estrutura, a presença de pontos de contato e o tipo de restauração a ser instalada, devem ser analisados de forma criteriosa (NAUMANN *et al.*, 2005; SCHMITTER *et al.*, 2011).

Com o avanço da tecnologia, os novos sistemas de retentores têm sido comparados ao tradicional núcleo metálico fundido quanto à sua resistência e durabilidade, e os resultados são cada vez mais esclarecedores. Em um estudo clínico randomizado, Gbadebo *et al.* (2014) compararam o comportamento clínico de retentores metálicos e de fibra de vidro em dentes tratados endodonticamente. Os autores observaram que, a curto prazo, os pinos de fibra de vidro apresentaram melhor desempenho que os núcleos metálicos. Em uma revisão sistemática com meta-análise, Figueiredo *et al.* (2015) concluíram que não houve diferenças significativas para a incidência de fratura radicular entre dentes com retentores metálicos e dentes com pinos de fibra de vidro.

Marchionatti *et al.* (2017), por meio de uma revisão sistemática de artigos de ensaios clínicos, concluíram que retentores metálicos e pinos de fibra de vidro apresentam características clínicas estatisticamente semelhantes. Entretanto, quanto aos tipos de falhas observadas, os retentores metálicos foram utilizados, ocorrendo o predomínio de fratura radicular e/ou pino e perda de coroa e/ou pino de retenção. Quando os pinos de fibra foram empregados, a perda de retenção foi a falha mais comum, sem danos à estrutura dentária. Além disso, os autores concluíram que o efeito férula foi determinante para a longevidade dos dentes tratados endodonticamente.

Wang *et al.* (2019) realizaram uma revisão sistemática com meta-análise sobre o uso de núcleos metálicos fundidos e pinos de fibra de vidro em dentes com grandes perdas de estrutura dentária. Os autores concluíram que os pinos de fibra de vidro apresentaram maiores taxas de sobrevida global a médio prazo (3 a 7 anos) quando comparados aos retentores metálicos em dentes tratados endodonticamente com grande destruição coronária.

O estudo clínico randomizado de Sarkis-Onofre *et al.* (2020) demonstrou que os núcleos metálicos fundidos e os pinos de fibra de vidro se comportaram de forma semelhante quanto à longevidade e à resistência.

A revisão sistemática e meta-análise de Martins *et al.* (2021) também sugeriu que não houve evidência de diferenças para as taxas de falha entre os núcleos metálicos fundidos e os retentores de fibra de vidro, independentemente da região do procedimento protético.

RESISTÊNCIA À FRATURA

A resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente vem sendo amplamente abordada em estudos científicos nos últimos anos, a fim de compreender suas principais

falhas e com isso melhorar o comportamento biomecânico dos materiais odontológicos, resultando em maior longevidade no tratamento reabilitador protético (CHEUNG, 2005; PLOTINO *et al.*, 2008; DE CARVALHO *et al.*, 2018).

Dentes tratados endodonticamente requerem restaurações com retentores intrarradiculares e núcleos para retenção da coroa devido à extensa perda de estrutura, de acordo com as abordagens tradicionais. A decisão de como restaurar um elemento sem férula tornou-se cada vez mais difícil, devido ao grande número de materiais restauradores e opções de tratamento disponíveis no mercado. Com o avanço da odontologia adesiva, novos materiais são desenvolvidos com o objetivo de preservar cada vez mais a estrutura dental e de reduzir as falhas e/ou fraturas catastróficas que podem levar a perda do elemento dentário (GARBIN *et al.*, 2010).

O estudo do padrão e tipo de falhas recorrentes em dentes tratados endodonticamente tornou-se relevante para a compreensão do comportamento biomecânico. Salameh *et al.* (2008) avaliaram o tipo de fratura em dentes com e sem pinos de fibra de vidro e coroa de zircônia. Na análise fractográfica, os espécimes com pinos de fibra demonstraram delaminação da cerâmica de cobertura e a estrutura de zircônia permaneceu intacta. Enquanto isso, os espécimes que foram restaurados sem um pino de fibra demonstraram microfissuras do núcleo do compósito, resultando na perda do suporte sob as coroas de zircônia, responsável pelo início da fissura radial e danos catastróficos.

A meta-análise, realizada por Zhou e Wang (2013), demonstrou que dentes com núcleos metálicos fundidos apresentaram falhas catastróficas, como fraturas oblíquas ou horizontais no terço médio da raiz ou fraturas verticais. No entanto, as falhas que ocorreram com os pinos de fibra de vidro foram reparáveis, como fraturas na região do terço cervical das raízes ou dos núcleos de preenchimento que apresentaram comportamento semelhantes. Os autores atribuíram esse último resultado ao fato de os pinos de fibra de vidro terem módulo de elasticidade semelhante a dentina, o que permite melhor distribuição das tensões.

O sucesso do dente restaurado deve ser considerado não apenas em relação às taxas de sobrevivência da restauração, mas também, e mais importante, no que se refere aos índices de novas restaurações após a falha. Os tipos de falhas mais comuns descritos em estudos *in vitro* e *in vivo* são aquelas reparáveis e as catastróficas. As falhas reparáveis são: fratura coesiva, coesiva/adesiva, danos menores e lascas ou rachaduras na estrutura dentária subjacente. As falhas catastróficas, no entanto, envolvem a fratura do dente/raiz, exigindo a exodontia do dente (DE CARVALHO *et al.*, 2018).

Várias técnicas têm sido utilizadas para avaliação do comportamento biomecânico e da resistência à fratura de um dente tratado endodonticamente. Embora o teste compressivo linear (estático) seja o mais utilizado pela facilidade e pelo baixo custo de execução, tal método não considera outros fatores que influenciam a sobrevivência dos materiais, como tensões de fadiga ou envelhecimento, não conseguindo replicar o padrão de fratura clínico (KELLY, 1999)

Na meta análise de Zhou e Wang (2013), foram considerados estudos que avaliaram a resistência à fratura que utilizaram método de simulação de mastigação para testar a carga de fratura e carregamento cíclico gradual para testar os valores de falha. Segundo os autores, o tipo de teste utilizado deve simular o mais precisamente possível o ambiente bucal e o comportamento clínico biomecânico. Clinicamente, o processo que leva à falha da restauração é causado por estresse repetido aplicado durante a mastigação. Portanto, os numerosos ciclos de carga em fadiga aplicados aos espécimes são essenciais para simular as condições clínicas e estimar a sobrevida útil e a probabilidade.

RESULTADOS

Dos estudos incluídos nesta revisão, 23 corresponderam a estudos in vitro laboratoriais, 8 artigos à revisão sistemática com meta-análise, 2 estudos clínicos randomizados e 1 de elementos finitos (FEA). Esses dados estão ilustrados na Figura 1. Os dados da maioria dos estudos in vitro, clínicos, revisões sistemáticas e FEA presentes nesta revisão sugerem o uso da férula para aumento da resistência à fratura e à longevidade dos dentes tratados endodonticamente. Com evidências na literatura científica abordada, tem sido recomendada a confecção de uma férula com altura uniforme de 2 mm e espessura superior a 1,5 mm para melhor comportamento biomecânico e sucesso clínico do tratamento reabilitador.

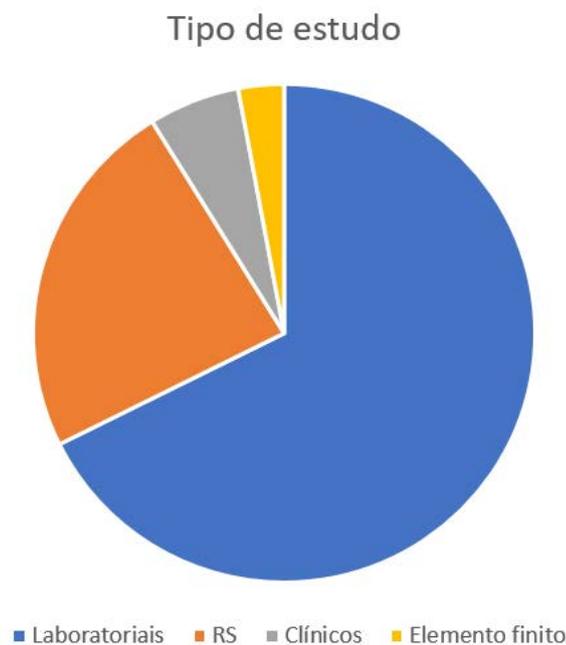


Figura 1: Estudos incluídos nesta revisão de acordo com o tipo: Laboratoriais (in vitro); RS (revisões sistemática); Clínicos (estudo clínico randomizado) e Elemento finito.

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nesta revisão de literatura evidenciam a importância do efeito férula na resistência e na longevidade das reabilitações protéticas e revelam como esse assunto vem gradativamente ganhando importância nas pesquisas científicas atuais, que visam o desenvolvimento de uma odontologia restauradora mais adesiva e conservadora (DEJAK; MŁOTKOWSKI, 2013; MAGNE *et al.*, 2017; SKUPIEN *et al.*, 2016; KAR *et al.*; 2017; SANTOS PANTALEÓN *et al.*, 2018; SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2020). Foi demonstrado que a presença de férula aumentou significativamente a resistência do elemento dentário tratado endodonticamente (SKUPIEN *et al.*, 2016), resultando no aumento da longevidade da reabilitação protética (DEJAK; MŁOTKOWSKI, 2013; MAGNE *et al.*, 2017; SKUPIEN *et al.*, 2016). As repercussões na redução do risco de fratura desses elementos dentais tornam a férula parte essencial no aumento da vida útil desses dentes (DE LIMA *et al.*, 2010).

Além da presença da férula, tem sido sugerido que a sua forma, distribuição, espessura e altura também influenciam diretamente na resistência à fratura do elemento dentário tratado endodonticamente. Espessura de férula superior a 1,5 mm tem sido associada à maior resistência à fratura e a um melhor prognóstico e durabilidade do tratamento protético (KAR *et al.*, 2017; XIE *et al.*, 2020). O aumento da altura da férula foi indicado para favorecer a resistência à fratura de dentes com comprometimento das paredes de suporte (SANTOS PANTALEÓN *et al.*, 2018). Por outro lado, foi demonstrado que o formato da férula não apresentou efeito na resistência à fadiga ou no modo de falha de incisivos tratados endodonticamente e restaurados com um pino de fibra, núcleo de preenchimento e coroa total em resina composta (FIGUEIREDO *et al.*, 2019). Também foi sugerido que diferentes designs de férula não influenciaram na resistência à fratura de elementos restaurados com pinos de fibra de vidro (DIKBAS *et al.*, 2007).

Atualmente, o recurso da férula tem sido questionado como um fator crucial para o sucesso clínico das restaurações protéticas. Magne *et al.* (2014) observaram que molares sem férula e ampla destruição coronária tratados endodonticamente alcançaram uma sobrevida equivalente biomecanicamente àqueles com férula, quando reabilitados com coroas CAD/CAM de nanocerâmica de resina, com ou sem retentores intrarradiculares e núcleo de preenchimento. Similarmente, De Carvalho *et al.* (2021) observaram que, em um estudo *in vitro* com incisivos bovinos não vitais sem férula e sem retentores intrarradiculares restaurados com *endocrowns* CAD/CAM, apresentaram melhor resistência e otimização de modo de falha quando comparados a dentes não vitais sem férula restaurados com coroas totais e núcleos metálicos fundidos. Portanto, ainda não há um consenso na literatura sobre o efeito férula na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente.

Embora o uso dos retentores intrarradiculares tenha sido consolidado por várias décadas, o surgimento de novos materiais com melhores propriedades mecânicas e biológicas estão trazendo novas possibilidades para os tratamentos reabilitadores. Vários estudos *in vitro* (DE CARVALHO *et al.*, 2021; MAGNE *et al.*, 2014) e *in vivo* (MARCHIONATTI *et al.*, 2017; ZHOU E WANG, 2013; FIGUEIREDO *et al.*, 2014) têm sido realizados para comparar o comportamento biomecânico e biológico de dentes restaurados com núcleo metálico fundido e retentores de fibra de vidro. Apesar de demonstrarem propriedades clínicas semelhantes, os retentores metálicos se comportam de forma distinta em relação aos tipos de falhas apresentadas quando comparados aos pinos de fibra de vidro. Esses retentores exibiram perda de retenção, sem danificar a estrutura dentária, enquanto os metálicos resultaram, majoritariamente, em fratura radicular e/ou pino, além de perda de coroa e/ou pino (MARCHIONATTI *et al.*, 2017). Similarmente, os dados da meta-análise realizada por Zhou e Wang (2013) mostraram que dentes com núcleos metálicos fundidos apresentaram falhas catastróficas, como fraturas oblíquas ou horizontais no terço médio da raiz ou fraturas verticais. No entanto, as falhas que ocorreram com os pinos de fibra de vidro foram reparáveis (ZHOU E WANG, 2013).

Sobre o comportamento clínico em relação à retenção, Wang *et al.* (2019) observaram que elementos dentais tratados endodonticamente e com grande destruição coronária apresentaram índices superiores de sobrevida global a médio prazo (3 a 7 anos) quando restaurados com pinos de fibras de vidro em comparação a dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos. Apesar disso, os dados do estudo clínico randomizado de Sarkis-Onofre *et al.* (2020) apontaram para performance semelhante quanto à longevidade e à resistência entre dentes restaurados com núcleos metálicos fundidos e dentes restaurados com pinos de fibra de vidro. Frente aos achados da maioria dos estudos *in vivo* e *in vitro*, é possível sugerir que os retentores de fibra de vidro podem aumentar resistência à fratura do dente tratado endodonticamente, aumentando sua sobrevida a médio prazo, além de resultar em falhas que geralmente permitem um novo tratamento reabilitador. Por outro lado, no caso nos núcleos metálicos fundidos, essa possibilidade fica reduzida em razão do grande risco de fratura catastrófica que pode levar à perda do elemento dentário.

Quanto aos tipos de testes empregados para avaliação da resistência à fratura, a maioria dos estudos emprega testes estáticos realizados em máquinas de ensaios universal, devido ao custo reduzido e maior previsibilidade. Entretanto, é conhecido que as falhas ocorrem em decorrência da aplicação de cargas contínuas e gradativas ao longo do tempo, o que pode levar ao estresse mecânico e, conseqüentemente, à falha do material restaurador. Dos estudos incluídos nesta revisão de literatura, alguns utilizaram testes estáticos, enquanto outros aplicaram ciclos de fadiga com carga dinâmica a fim de simular a mastigação e se aproximar mais das condições clínicas (KELLY, 1999; ZHOU; WANG, 2013).

Embora não haja um consenso na literatura, é possível inferir que a maioria dos estudos apontam a férula como um recurso imprescindível para o aumento da resistência à fratura e à longevidade de dentes tratados endodonticamente, sendo recomendada uma espessura superior a 1,5 mm e altura uniforme de 2 mm. Embora ainda haja contradições, a maioria dos estudos *in vitro* e *in vivo* apontam para o uso de pinos de fibra de vidro em detrimento de núcleos metálicos fundidos para a restauração de dentes não vitais, visando uma melhor previsibilidade do tratamento a curto e médio prazos, na medida em que esses retentores intrarradiculares melhoram a resistência à fratura e resultam em falhas passíveis de reatamento. Para que os pinos de fibra de vidro possam ser indicados com segurança, ainda são necessárias pesquisas clínicas a longo prazo em dentes não vitais sem e com férula de diferentes designs.

CONCLUSÃO

De acordo com a literatura consultada, foi possível concluir que a férula é um elemento essencial para o sucesso a longo prazo do procedimento restaurador dos dentes tratados endodonticamente, reduzindo substancialmente o risco de fratura. Os retentores intrarradiculares ainda são recomendados pela maioria dos autores, havendo uma tendência à indicação de pinos de fibra de vidro em detrimento de núcleos metálicos fundidos, em razão do módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, que além de aumentar a resistência à fratura do dente e sua sobrevida a curto e médio prazo, resulta em falhas passíveis de reparação.

REFERÊNCIAS

ASSIF D, GORFIL C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 1994;71(6):565–7. doi: 10.1016/0022-3913(94)90438-3. PMID: 8040817.

BARATIERI LN, MONTEIRO JUNIOR S, ANDRADA MAC DE, VIEIRA LCC, RITTER AV. **Abordagem restauradora de dentes tratados endodonticamente-pinos/ núcleos e restaurações unitárias**. São Paulo: Santos; 2002. doi: 10.3895/rbgeo.v7n1.10191.

CHEUNG W. A review of the management of endodontically treated teeth. Post, core, and the final restoration. **J Am Dent Assoc**. 2005 May;136(5):611-9. doi: 10.14219/jada.archive.2005.0232. PMID: 15966648.

DE CARVALHO MA, LAZARI-CARVALHO PC, DEL BEL CURY AA, MAGNE P. Accelerated fatigue resistance of endodontically treated incisors without ferrule restored with CAD/CAM endocrowns. **The International Journal of Esthetic Dentistry**. 2021;16(4):534–52. PMID: 34694078.

DE CARVALHO MA, LAZARI PC, GRESNIGT M, DEL BEL CURY AA, MAGNE P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. **Brazilian Oral Research**. 2018; 32:147–58. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2018.VOL32.0074. PMID: 30365615.

DEJAK B, MŁOTKOWSKI A. The influence of ferrule effect and length of cast and FRC posts on the stresses in anterior teeth. **Dental Materials**. 2013;29(9):e227–37. doi: 10.1016/J.DENTAL.2013.06.002. PMID: 23870819.

DIETSCHI D, DUC O, KREJCI I SA. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. **Quintessence Int**. 2007;38(9):733–43.

DIKBAS I, TANALP J, OZEL E, KOKSAL T, ERSOY M. Evaluation of the effect of different ferrule designs on the fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors incorporating fiber posts, composite cores and crown restorations. **The Journal of Contemporary Dental Practice**. 2007;8(7):62–9. PMID: 17994156.

FIGUEIREDO FE, SANTOS RC, SILVA AS, VALDÍVIA AD, OLIVEIRA-NETO LA, GRIZA S, *et al*. Ferrule Design Does Not Affect the Biomechanical Behavior of Anterior Teeth Under Mechanical Fatigue: An In Vitro Evaluation. **Operative Dentistry**. 2019;44(3):273–80. doi: 10.2341/17-296-L. PMID: 30517067.

FIGUEIREDO FED, MARTINS-FILHO PRS, FARIA-E-SILVA AL. Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. **Journal of Endodontics**. 2015;41(3):309–16. doi: 10.1016/J.JOEN.2014.10.006. PMID: 25459568.

FONTANA PE, BOHRER TC, WANDSCHER VF, VALANDRO LF, LIMBERGER IF, KAIZER OB. Effect of Ferrule Thickness on Fracture Resistance of Teeth Restored with a Glass Fiber Post or Cast Post. **Operative Dentistry**. 2019;44(6): E299–308. doi: 10.2341/18-241-L. PMID: 31283420.

GARBIN CA, SPAZZIN AO, MEIRA-JÚNIOR AD, LORETTO SC, LYRA AMVC, BRAZ R. Biomechanical behaviour of a fractured maxillary incisor restored with direct composite resin only or with different post systems. **International Endodontic Journal**. 2010;43(12):1098–107. doi: 10.1111/J.1365-2591.2010.01782. X. PMID: 20726914.

GBADEBO OS, AJAYI DM, DOSUMU OYEKUNLE OO, SHABA PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. **Indian Journal of Dental Research: Official Publication of Indian Society for Dental Research**. 2014;25(1):58–63. doi: 10.4103/0970-9290.131126. PMID: 24748301.

ICHIM I, KUZMANOVIC D V., LOVE RM. A finite element analysis of ferrule design on restoration resistance and distribution of stress within a root. **International Endodontic Journal**. 2006;39(6):443–52. doi: 10.1111/J.1365-2591.2006.01085. X. PMID: 16674739.

JULOSKI J, RADOVIC I, GORACCI C, VULICEVIC ZR, FERRARI M. Ferrule effect: a literature review. **Journal of Endodontics**. 2012;38(1):11–9. doi: 10.1016/J.JOEN.2011.09.024. PMID: 22152612.

KAR S, TRIPATHI A, TRIVEDI C. Effect of Different Ferrule Length on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth: An In vitro Study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR**. 2017;11(4): ZC49–52. doi: 10.7860/JCDR/2017/24669.9675. PMID: 28571261.

KELLY JR. Clinically relevant approach to failure testing of all-ceramic restorations. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 1999;81(6):652–61. doi: 10.1016/S0022-3913(99)70103-4. PMID: 10347352.

KHABADZE Z, MORDANOV O, TARAKI F, MAGOMEDOV O, KUZNETSOVA A, SOLIMANOV S, *et al.* Effects of the Ferrule Design on Fracture Resistance to Endodontically-Treated Teeth Restored with Fiber Posts: A Systematic Review. **The Open Dentistry Journal**. 2020;13(1):493–8. doi: 10.2174/1874210601913010493.

KIM AR, LIM HP, YANG HS, PARK SW. Effect of ferrule on the fracture resistance of mandibular premolars with prefabricated posts and cores. **The Journal of Advanced Prosthodontics**. 2017;9(5):328–34. doi: 10.4047/JAP.2017.9.5.328. PMID: 29142639.

KREJCI I, MUELLER E, LUTZ F. Effects of thermocycling and occlusal force on adhesive composite crowns. **Journal of Dental Research**. 1994;73(6):1228–32. doi: 10.1177/00220345940730061501. PMID: 8046113.

LAZARI PC, DE CARVALHO MA, DEL BEL CURY AA, MAGNE P. Survival of extensively damaged endodontically treated incisors restored with different types of posts-and-core foundation restoration material. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 2018;119(5):769–76. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2017.05.012. PMID: 28923548.

DE LIMA AF, SPAZZIN AO, GALAFASSI D, CORRER-SOBRINHO L, CARLINI-JÚNIOR B. Influence of ferrule preparation with or without glass fiber post on fracture resistance of endodontically treated teeth. **Journal of Applied Oral Science: Revista FOB**. 2010;18(4):360–3. doi: 10.1590/S1678-77572010000400007. PMID: 20835570.

LIU S, LIU Y, XU J, RONG Q, PAN S. Influence of occlusal contact and cusp inclination on the biomechanical character of a maxillary premolar: a finite element analysis. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 2014;112(5):1238–45. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2014.04.011. PMID: 24836532.

MAGNE P, CARVALHO AO, BRUZI G, ANDERSON RE, MAIA HP, GIANNINI M. Influence of no-ferrule and no-post buildup design on the fatigue resistance of endodontically treated molars restored with resin nanoceramic CAD/CAM crowns. **Operative Dentistry**. 2014;39(6):595–602. doi: 10.2341/13-004-L. PMID: 25084102.

MAGNE P, LAZARI PC, CARVALHO MA, JOHNSON T, DEL BEL CURY AA. Ferrule-Effect Dominates Overuse of a Fiber Post When Restoring Endodontically Treated Incisors: An In Vitro Study. **Operative Dentistry**. 2017;42(4):396–406. doi: 10.2341/16-243-L. PMID: 28402738.

MARCHIONATTI AME, WANDSCHER VF, RIPPE MP, KAIZER OB, VALANDRO LF. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. **Brazilian Oral Research**. 2017; 31:1–14. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.VOL31.0064. PMID: 28678974.

MARTINS MD, JUNQUEIRA RB, DE CARVALHO RF, LACERDA MFLS, FAÉ DS, LEMOS CAA. Is a fiber post better than a metal post for the restoration of endodontically treated teeth? A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**. 2021;112. doi: 10.1016/J.JDENT.2021.103750. PMID: 34274439.

MOBILIO N, FASIOLA A, MOLLICA F, CATAPANO S. In Vitro Fracture Strength of Teeth Restored with Lithium Disilicate Onlays with and without Fiber Post Build-Up. **Dentistry Journal**. 2018;6(3). doi: 10.3390/DJ6030035. PMID: 30041411.

NAUMANN M, BLANKENSTEIN F, KIEBLING S, DIETRICH T. Risk factors for failure of glass fiber-reinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. **European Journal of Oral Sciences**. 2005;113(6):519–24. doi: 10.1111/J.1600-0722.2005.00257. X. PMID: 16324143.

NAUMANN M, PREUSS A, ROSENTRITT M. Effect of incomplete crown ferrules on load capacity of endodontically treated maxillary incisors restored with fiber posts, composite build-ups, and all-ceramic crowns: an in vitro evaluation after chewing simulation. **Acta Odontologica Scandinavica**. 2006;64(1):31–6. doi: 10.1080/00016350500331120. PMID: 16428180.

NAUMANN M, SCHMITTER M, FRANKENBERGER R, KRASTL G. “Ferrule Comes First. Post Is Second!” Fake News and Alternative Facts? A Systematic Review. **Journal of Endodontics**. 2018;44(2):212–9. doi: 10.1016/J.JOEN.2017.09.020. PMID: 29229457.

PLOTINO G, BUONO L, GRANDE NM, LAMORGESE V, SOMMA F. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with extensive composite resin restorations. **J Prosthet Dent**. 2008 Mar;99(3):225-32. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60047-5. PMID: 18319094.

SALAMEH Z, OUNSI HF, ABOUSHELIB MN, AL-HAMDAN R, SADIG W, FERRARI M. Effect of different onlay systems on fracture resistance and failure pattern of endodontically treated mandibular molars restored with and without glass fiber posts. **American Journal of Dentistry**. 2010;23(2):81–6. PMID: 20608297.

SALAMEH Z, OUNSI HF, ABOUSHELIB MN, SADIG W, FERRARI M. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars with and without glass fiber post in combination with a zirconia–ceramic crown. **Journal of Dentistry**. 2008;36(7):513–9. doi: 10.1016/J.JDENT.2008.03.014. PMID: 18479800.

SANTOS PANTALEÓN D, MORROW BR, CAGNA DR, PAMEIJER CH, GARCIA-GODOY F. Influence of remaining coronal tooth structure on fracture resistance and failure mode of restored endodontically treated maxillary incisors. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 2018;119(3):390–6. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2017.05.007. PMID: 28756865.

SARKIS-ONOFRE R, AMARAL PINHEIRO H, POLETTO-NETO V, BERGOLI CD, CENCI MS, PEREIRA-CENCI T. Randomized controlled trial comparing glass fiber posts and cast metal posts. **Journal of Dentistry**. 2020;96. doi: 10.1016/J.JDENT.2020.103334. PMID: 32302640.

SCHMITTER M, HAMADI K, RAMMELSBERG P. Survival of two post systems--five-year results of a randomized clinical trial. **Quintessence International** (Berlin, Germany: 1985). 2011;42(10):843–50. PMID: 22025998.

SCOTTI N, COERO BORGA FA, ALOVISI M, ROTA R, PASQUALINI D, BERUTTI E. Is fracture resistance of endodontically treated mandibular molars restored with indirect onlay composite restorations influenced by fibre post insertion? **Journal of Dentistry**. 2012. doi: 10.1016/j.jdent.2012.06.005.

SKUPIEN J A, LUZ MS, PEREIRA-CENCI T. Ferrule Effect: A Meta-analysis. **JDR Clinical and Translational Research**. 2016;1(1):31–9. doi: 10.1177/2380084416636606. PMID: 30931698.

SORENSEN JA, ENGELMAN MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 1990;63(5):529–36. doi: 10.1016/0022-3913(90)90070-S. PMID: 2187080.

STANKIEWICZ N, WILSON P. The ferrule effect. **Dental Update**. 2008;35(4). doi: 10.12968/DENU.2008.35.4.222. PMID: 18557498.

TAN PLB, AQUILINO SA, GRATTON DG, STANFORD CM, TAN SC, JOHNSON WT, *et al.* In vitro fracture resistance of endodontically treated central incisors with varying ferrule heights and configurations. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. 2005;93(4):331–6. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2005.01.013. PMID: 15798683.

VALDIVIA ADCM, RODRIGUES M DE P, BICALHO AA, VAN MEERBEEK B, SLOTEN J VANDER, E PESSOA RS, *et al.* Biomechanical Effect of Ferrule on Incisors Restored with a Fiberglass Post and Lithium-Disilicate Ceramic Crown after Thermal Cycling and Fatigue Loading. **The Journal of Adhesive Dentistry**. 2018;20(2):133–42. doi: 10.3290/J.JAD.A40305. PMID: 29675516.

WANG X, SHU X, ZHANG Y, YANG B, JIAN Y, ZHAO K. Evaluation of fiber posts vs metal posts for restoring severely damaged endodontically treated teeth: a systematic review and meta-analysis. **Quintessence International** (Berlin, Germany: 1985). 2019;50(1):8–20. doi: 10.3290/J.QI. A41499. PMID: 30600326.

XIE W, YANG S, HAI Q, WANG J. Effect of Ferrule Thickness on Fracture Resistance of Endodontically Treated Incisors Restored with Fiber Post and Metal Crown. **The International Journal of Prosthodontics**. 2020;33(3):321–7. doi: 10.11607/IJP.6423. PMID: 32320186.

ZAHRAN M, ABDERBWIH D, MANDOURAH H, AFIF SB, SABBABI D, MERDAD K, *et al.* Effect of ferrule height and distribution on the fracture resistance of endodontically treated premolars. **Nigerian Journal of Clinical Practice**. 2021;24(4):505–10. doi: 10.4103/NJCP.NJCP_268_20. PMID: 33851671.

ZHOU L, WANG Q. Comparison of Fracture Resistance between Cast Posts and Fiber Posts: A Meta-analysis of Literature. **Journal of Endodontics**. 2013;39(1):11–5. doi: 10.1016/J.JOEN.2012.09.026. PMID: 23228250.