

Considerações sobre a filosofia "no-post" em dentes tratados endodenticamente: Revisão de literatura

Considerations on the "no-post" philosophy in endodontically treated teeth: Literature review

Consideraciones sobre la filosofía "no-post" en dientes tratados endodónticamente: Revisión de la literatura

Recebido: 13/11/2022 | Revisado: 19/12/2022 | Aceitado: 10/07/2023 | Publicado: 14/07/2023

Marcella Santos Januzzi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7213-5738>

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil

E-mail: ms.januzzi@unesp.br

Maria Isabela Lopes Gandolfo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4124-9120>

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil

E-mail: mi.lopesgandolfo@gmail.com

José Vitor Quinelli Mazaro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7463-862X>

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil

E-mail: jose.mazaro@unesp.br

Ricardo Alexandre Zavanelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8089-0001>

Universidade Federal de Goiás, Brasil

E-mail: zavanelli@uol.com.br

Adriana Cristina Zavanelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1781-1953>

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil

E-mail: adriana.zavanelli@unesp.br

Resumo

A restauração de dentes tratados endodenticamente com grandes perdas de estrutura dentária é um verdadeiro desafio para a Odontologia, visto a necessidade de utilização de materiais com capacidade de ampliar o suporte coronário e impedir a propagação de fraturas. Recentemente, uma mudança sobre o uso de retentores intrarradiculares vem surgindo, criando um novo conceito "no post", a partir da utilização de compósitos resinosos reforçados por fibras de vidro. O objetivo desta revisão consiste em explorar na literatura se o material, representado pela EverX Posterior (GC), apresenta alguma vantagem de uso em comparação com os outros materiais já descritos para a restauração de dentes tratados endodenticamente. A busca foi realizada nas principais bases de dados, PubMed, Scopus e Web of Science, resultando em 163 artigos. Após a exclusão de duplicatas e leitura na íntegra, 14 artigos in vitro e 1 artigo clínico foram incluídos na versão final de análise. Com relação aos dados encontrados, o novo biomaterial apresentou maior resistência à fratura em dentes posteriores na maioria dos estudos avaliados, exceto em comparação com as restaurações indiretas, principalmente do tipo endocrown. Em comparação com as restaurações diretas, a EverX Posterior, em "bicamada", funcionou como um reforço para distribuição de forças e com propriedades melhoradas na presença de ranhuras retentivas. Já para os retentores intrarradiculares, o novo biomaterial também garantiu uma melhora do comportamento mecânico, semelhante à comparação feita para as fibras de polietileno e de vidro. Desse modo, novos estudos clínicos devem ser feitos para comprovar as considerações sobre essa filosofia.

Palavras-chave: Resinas compostas; Dente não vital; Restauração dentária permanente.

Abstract

The restoration of endodontically treated teeth with great loss of tooth structure is a real challenge for dentistry, since it requires the use of materials capable of extending the coronal support and preventing the propagation of fractures. Recently, a change in the use of intraradicular retainers has emerged, creating a new "no post" concept, based on the use of glass fiber reinforced resin composites. The aim of this review is to explore in the literature whether the material, represented by EverX Posterior (GC), presents any advantage of use in comparison with other materials already described for the restoration of endodontically treated teeth. The search was conducted in the main databases, PubMed, Scopus and Web of Science, resulting in 163 articles. After exclusion of duplicates and full-text reading, 14 in vitro articles and 1 clinical article were included in the final analysis version. With regard to the data found, the new biomaterial showed higher fracture resistance in posterior teeth in most of the studies evaluated, except in

comparison with indirect restorations, especially the endocrown type. In comparison with direct restorations, EverX Posterior, in a "bilayer", worked as a reinforcement for force distribution and with improved properties in the presence of retentive grooves. For the intraradicular retainers, the new biomaterial also guaranteed an improved mechanical behavior, similar to the comparison made for polyethylene and glass fibers. Thus, further clinical studies should be carried out to confirm the considerations about this philosophy.

Keywords: Composite resins; Non-vital tooth; Permanent dental restoration.

Resumen

La restauración de dientes tratados endodónticamente con gran pérdida de estructura dental es un verdadero reto para la odontología, ya que requiere el uso de materiales capaces de ampliar el soporte coronal y evitar la propagación de las fracturas. Recientemente, ha surgido un cambio en el uso de los retenedores intrarradiculares, creando un nuevo concepto "sin poste", basado en el uso de compuestos de resina reforzados por fibras de vidrio. El objetivo de esta revisión es explorar en la literatura si el material, representado por EverX Posterior (GC), presenta alguna ventaja de uso en comparación con otros materiales ya descritos para la restauración de dientes tratados endodónticamente. La búsqueda se realizó en las principales bases de datos, PubMed, Scopus y Web of Science, dando como resultado 163 artículos. Tras excluir los duplicados y la lectura completa, se incluyeron en la versión final del análisis 14 artículos *in vitro* y 1 artículo clínico. En cuanto a los datos encontrados, el nuevo biomaterial mostró una mayor resistencia a la fractura en los dientes posteriores en la mayoría de los estudios evaluados, excepto en comparación con las restauraciones indirectas, especialmente del tipo endocorona. En comparación con las restauraciones directas, EverX Posterior, en "bicapa", funcionó como un refuerzo para la distribución de fuerzas y con propiedades mejoradas en presencia de ranuras retentivas. Para los retenedores intrarradiculares, el nuevo biomaterial también garantizó un mejor comportamiento mecánico, similar a la comparación realizada para el polietileno y las fibras de vidrio. Por lo tanto, deberían realizarse nuevos estudios clínicos para confirmar las consideraciones sobre esta filosofía.

Palabras clave: Resinas compuestas; Diente no vital; Restauración dental permanente.

1. Introdução

A finalização de um procedimento restaurador em um dente submetido ao tratamento endodôntico (DTE) é dada pela recuperação da anatomia e função do mesmo, seja ela confeccionada diretamente através da utilização de compósitos diretos ou indiretamente através da cimentação de elementos cerâmicos (Bijelic-Donova et al., 2020). Para tanto, nem sempre a quantidade de remanescente dentário é suficiente para suportar qualquer uma das opções descritas acima, considerando a perda de cúspides e cristas como consequência do processo carioso, das cavidades de acesso endodôntico (Fuss et al., 1999) e de traumas decorrentes da redução da propriocepção após endodontia (Garlapati et al., 2017). Nestes casos, torna-se necessária a utilização de materiais com capacidade de ampliar o suporte coronário e impedir a propagação de fraturas (Garlapati et al., 2017).

Como materiais tradicionalmente descritos na literatura (Figueiredo et al., 2015), os retentores intrarradiculares apresentam-se com grande utilização na clínica diária, em dentes anteriores e posteriores, como elementos que podem oferecer o suporte coronário desejado em DTE. Entre eles estão os núcleos metálicos fundidos ou pré-fabricados, que não apresentam mais vantagens quanto a longevidade do elemento dentário e caíram em desuso (Gaintantzopoulou et al., 2018). Já os pinos com reforço de fibra continuam sendo amplamente utilizados devido suas características estéticas e mecânicas, como o menor risco de falha catastrófica considerando seu módulo de elasticidade (20 GPa) semelhante à dentina dentária (≈ 18.6 GPa) (Gaintantzopoulou et al., 2018). Porém, recentemente, alguns estudos vêm sendo publicados com uma mudança de conceito sobre a utilização dos retentores, visto que, embora de fácil emprego, há um número relativamente alto de falhas técnicas de preparo do conduto, escolha do material retentor e do protocolo de cimentação, levando a prejuízos na restauração e em casos mais drásticos, trepanação e perda do elemento dentário (Garlapati et al., 2017; Mena-Álvares et al., 2020). Diante também de suas limitações de adesão à dentina e desvantagens de uso, técnicas minimamente invasivas de restaurações de DTE tornam-se um vantajoso avanço da Odontologia (Cimpean et al., 2020).

Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos e dos novos materiais compósitos resinosos reforçados por fibras (CRRF), novos estudos vêm sendo divulgados sobre uma filosofia "no post" (Garlapati et al., 2017). Esses materiais apresentam-se como possíveis substitutos do uso dos retentores e de outras resinas compostas, visto que atuam como reforço e

substituição da dentina, aumentando a resistência à fratura e o módulo flexural da mesma (Kassis et al., 2020; Kaur et al., 2021). Essa técnica, também chamada de “wallpapering technique”, consiste em uma ferramenta valiosa para aumento da longevidade da restauração de dentes vitais e não vitais estruturalmente comprometidos, através da proteção das paredes da cavidade com fibras de reforço, favorecendo o prognóstico das reabilitações (Delipere et al., 2017). Desse modo, em dentes não vitais, a quantidade de elemento dentário remanescente assume uma nova importância no tratamento, visto a existência de uma fibra com propriedades biomiméticas que pode ser colocada como núcleo de preenchimento antes da restauração final (Rocca et al., 2015; Scotti et al., 2020).

Há uma série de CRRF de diversos diâmetros, comprimentos e orientações de fibras desenvolvidos no mercado odontológico (Rocca et al., 2015), e a EverX Posterior (GC) (EVXP), embora ainda não disponível no Brasil, emerge como uma opção de base de restauração (Garlapati et al., 2017). O material é composto por uma matriz de resina, 25% de fibras de vidro (E-Glass) orientadas de maneira aleatória e cargas de partícula inorgânica (Tanner et al., 2018; Keuleman et al., 2017; Garoushi et al., 2018). A matriz de resina é formada de bisfenol-A-diglicidil-dimetacrilato (bis-GMA), dimetacrilato de trietilenoglicol, e polimetilmetacrilato, formando uma matriz chamada rede polimérica semi-interpenetrante (semi-IPN), que fornece propriedades de ligação melhoradas para o aumento da tenacidade da matriz polimérica (Keulemans et al. 2017; Garoushi et al., 2018). Segundo o fabricante, sua contração volumétrica é significativamente menor (0,17%) em comparação com outros materiais e, por isso, possibilitam a polimerização em grandes incrementos (Tanner et al., 2018; Baraba et al., 2021), além de apresentar fibras com elevada capacidade de reforçar as restaurações evitando fraturas, que é uma das principais causas de falhas de restauração pós-endodôntica (Garlapati et al., 2017).

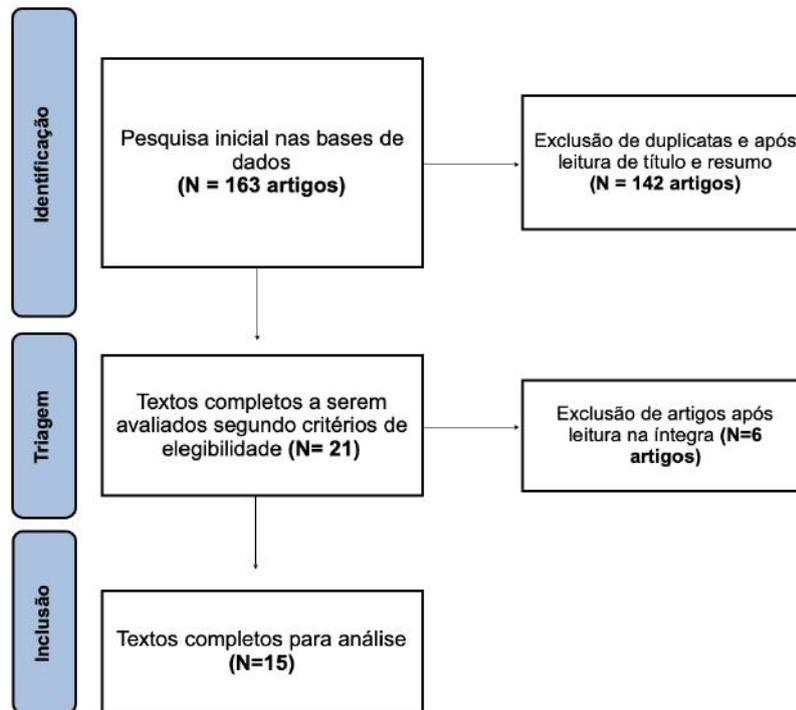
O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura para expor a filosofia “no post” através da utilização do compósito resinoso reforçado por fibras, EverX Posterior (GC), na restauração de dentes tratados endodonticamente. Além de explorar na literatura científica se o mesmo material apresenta alguma vantagem de uso em comparação com os outros materiais restauradores e técnicas já descritas nos artigos científicos.

2. Metodologia

Essa pesquisa é caracterizada como uma revisão de literatura narrativa (Nahata, 2008) e, para isso, foram utilizados para a busca dos artigos os seguintes descritores e suas combinações na língua inglesa: “composite resins”, “EverX Posterior”, “nonvital tooth”, “permanent dental restoration” e “Post and core technique”, indexados no DeCS/Mesh. Foram utilizadas as bases de dados Pubmed, Scopus, Web of Science, além da literatura cinzenta, representada pela Google Scholar e Pro-Quest. Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: artigos em inglês e indexados nos referidos bancos de dados nos últimos 10 anos, estudos *in vitro* e clínicos, artigos que retratassem na íntegra uma comparação entre a utilização dos compósitos reforçados por fibra, particularmente a EverX Posterior (GC), e outras formas de restauração de dentes tratados endodonticamente. Os critérios de exclusão foram: estudos de revisão de literatura ou sistemáticas e artigos que não realizassem uma comparação com o compósito reforçado por fibra. A pesquisa foi ampliada, conforme necessário, realizando buscas nas referências dos artigos selecionados e nas principais revistas com publicações na área, e os resultados fornecidos também foram incluídos como parte desse estudo de análise de conteúdo (Nahata, 2008).

A quantidade de artigos selecionados no momento de identificação nas bases de dados, seguidos pela triagem dos mesmos e a inclusão final seguindo os critérios de elegibilidade do estudo estão esquematizados no esquema (Figura 1) a seguir.

Figura 1 - Critérios de identificação, triagem e inclusão dos estudos da revisão de literatura seguindo o formato PRISMA.



Fonte: Formato PRISMA (<http://prisma-statement.org>).

Neste fluxograma pode-se observar a quantidade de artigos avaliados, excluídos e selecionados para análise final.

3. Resultados e Discussão

Os principais resultados correspondentes aos 15 artigos selecionados pelos critérios de elegibilidade da pesquisa estão descritos no Quadro 1 e Figura 2 a seguir.

Quadro 1 - Resumo dos principais dados dos artigos selecionados para o estudo.

| Autor e ano de publicação | Desenho do estudo | Localização | Materiais comparados | Resultados encontrados |
|------------------------------|-------------------|---|--|---|
| Baraba et al. (2021) | Ex vivo | Molares | Resina composta (G-ænial posterior, GC) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) | Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais e o controle ($p = 0,4617$). |
| Bijelic-Donova et al. (2020) | In vitro | Cavidades méso-ocluso-distal (MOD) de 3º Molares mandibulares | Resina composta (GC Posterior) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) | A inclusão da EverX Posterior influenciou no tipo de fratura, resultando na maioria das fraturas reparáveis (67–75%). |
| Cimpean et al. (2020) | In vitro | MOD de Pré-molares | Pino de fibra de vidro (Reforpost, Angelus) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) | EverX Posterior apresentou valores maiores de resistência à fratura, sendo mais resistentes do que os reforçados com pinos de fibra de vidro. |

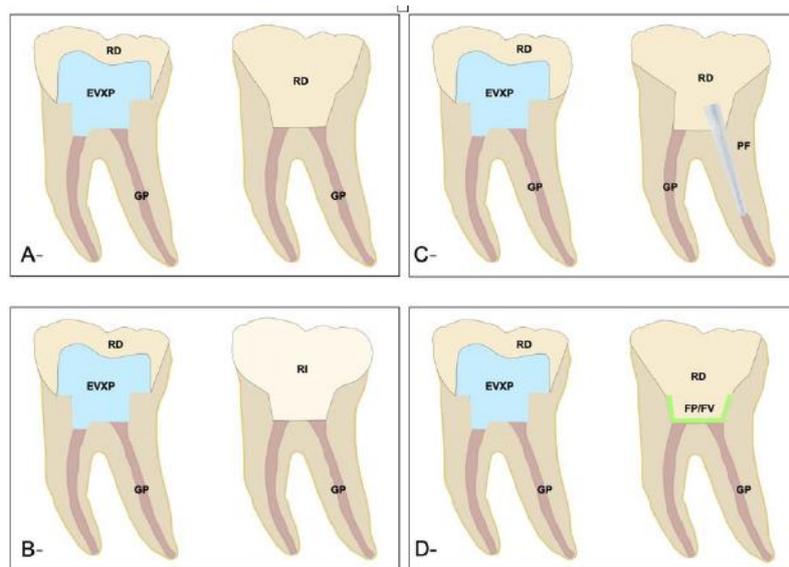
| | | | | |
|---------------------------------------|------------------------|---|--|--|
| Frankenberger et al. (2021) | In vitro | MOD, coroas parciais e totais de Molares mandibulares | Resina composta (Tetric EvoCeram BulkFill); Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior) Restauração indireta EMAX CAD Restauração indireta Celtra Duo Restauração indireta de Zircônia Restauração indireta metálica (Ketac Cem). | Entre os grupos com Tetric EvoCeram e EverX Posterior não houve diferença estatística quanto à resistência à fratura. Todas as restaurações indiretas mostraram um desempenho promissor após o teste de fadiga. |
| Gaintantzopoulou et al. (2018) | In vitro | Cúspides línguas de 1º Pré-molares superiores | Pino de fibra de vidro (Glassix) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior) + restauração | Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos nos valores médios de carga de fratura, porém o EverX Posterior modificou significativamente o modo de falha. |
| Garlapati et al. (2017) | In vitro | MOD de 1º molares | Resina híbrida (Te-Econom Plus, Ivoclar) Fibra de polietileno Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior,GC). | O maior valor de resistência à fratura foi encontrado no grupo com EverX Posterior. |
| Kassis et al. (2021) | In vitro | MOD, inlays, Onlays e endocrowns de 3º Molares mandibulares | Resina composta (G-ænial posterior, GC) Resina fluída (G-ænial Universal Flow, GC) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) Restauração Indireta (CERASMART®) | Restaurações indiretas do tipo Endocrown apresentam resistência à fratura maior do que outros grupos, sendo significativamente menor para inlays, intermediário para onlays com EverX Posterior seguido de onlays com G-ænial Universal Flo. |
| Kaur et al. (2021) | In vitro | MOD de Pré-molares superiores | Resina composta (FILTEK P60) Resina bulk-fill (TETRIC-N-CERAM BULK FILL) Resina dual core (LUXACORE Z DUAL) Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior, GC) | O EverX Posterior apresentou resistência média à fratura aumentada em relação aos demais grupos. |
| Mena-Alvarez et al. (2020) | Estudo piloto in vitro | MOD de 1º Pré-molares superiores | Pino de fibra de vidro Pino de fibra elástico (Gradia Core, GC) Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior, GC) Resina composta(Gradia Core, GC) | O maior valor de resistência a fratura foi encontrado no grupo com pino de fibra de vidro e EverX Posterior e o menor valor no pino de fibra de vidro isolado. |
| Ozsevik et al. (2015) | In vitro | Molares mandibulares | Resina composta (G-ænial posterior, GC); Fibra de polietileno (Ribbond; Seattle, WA, USA) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) | EverX Posterior apresentou maior resistência a fratura comparado com os outros grupos. |
| Rocca et al. (2015) | In vitro | Overlay em molares | Resina composta (G-ænial posterior, GC); Fibra de vidro ((EverStick NET, GC) Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) Restauração Indireta (Lava Ultimate, 3M ESPE) | Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p>0,05$) e o uso da EverX Posterior para reforçar o “núcleo” contra fraturas verticais sob cargas estáticas parece inútil quando a espessura da restauração de resina composta CAD/CAM é alta. |

| | | | | |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|---|---|
| Scotti et al. (2020) | In vitro | MOD de Pré-molares superiores | Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior GC) Resina composta (Filtek Supreme XTE) Fibra de vidro (EverStick NET, GC) Resina fluída (G-anial Universal Flow, GC) Resina Composta (FSXTE, 3M) | Não foram encontradas diferenças na resistência à fratura entre o Filtek Supreme XTE e o EverX Posterior; além disso, a inserção de fibra de vidro não melhorou significativamente a resistência à fratura em nenhum dos casos. |
| Tanner et al. (2018) | Ensaio clínico | Molares e pré-molares | Compósito reforçado por fibra (EverX Posterior, GC) | A taxa de sobrevida global de 36 restaurações com EverX Posterior foi de 97,2%, em um acompanhamento de 2,5 anos. |
| Tekçe et al. (2017) | In vitro | MOD de 1º Molares mandibulares | Fibra de polietileno (Ribbond; Seattle, WA, USA) Resina Composta (G Aenial Posterior, GC) Resina Composta (G Aenial Flo, GC) Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior, GC) | Os grupos de compósito reforçado com fibra de polietileno apresentaram resultados de resistência à fratura semelhantes ao EverX Posterior. |
| Yasa et al. (2016) | In vitro | MOD de 1º molares | Resina composta nano-híbrida (Filtek Z550) Resina bulk-fill flow (Filtek Bulk Fill) Compósito reforçado por fibras (EverX Posterior, GC). | EverX Posterior com cavidades retentivas apresentou valores de resistência à fratura significativamente maiores em comparação com os outros grupos de teste ($p < 0,05$). |

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nesta tabela, os leitores podem observar os principais resultados obtidos nos artigos selecionados, além dos materiais utilizados em cada um. A figura ilustrada abaixo facilita o entendimento das comparações realizadas nos artigos científicos selecionados (Figura 2).

Figura 2 - Ilustração esquemática de modelos de restaurações dentárias encontradas nos artigos. A - EVXP versus restaurações diretas (RD) encontradas em Baraba et al. (2021), Bijelic-Donova et al. (2020), Frankenberger et al. (2021), Garlapati et al. (2017), Kaur et al. (2021), Mena-Alvarez et al. (2020), Ozsevik, Yildirim, Aydin, Culha, e Surmelioglu, (2015), Scotti et al. (2020) e Yasa et al. (2015). B - EVXP versus restaurações indiretas (RI) encontradas em Frankenberger et al. (2021); Kassis et al. (2021) e Rocca et al. (2015) C- EVXP versus pino de fibra (PF) de vidro encontrado em Cimpean et al., (2020), Mena-Alvarez et al. (2020) e Gaintantzopoulou et al. (2018); D- EVXP versus fibra de polietileno (FP) ou vidro (FV) encontradas em Garlapati et al. (2017), Oszevik et al. (2015), Rocca et al. (2015), Scotti et al. (2020) e Tekçe et al. (2017). GP= guta percha.



Fonte: Elaborada pelos autores.

3.1 Comparação EverX Posterior versus Restaurações Diretas em dentes não vitais

Restaurações diretas através da resina composta convencional (RC) são utilizadas há décadas pela Odontologia restauradora em dentes vitais e não vitais. Porém, dependendo da quantidade de tecido dentário remanescente e somado às limitações da técnica, como a contração de polimerização, falhas podem ocorrer, levando a propagação de fraturas, por exemplo (Frankenberger et al., 2021; Yasa et al., 2016). Em dentes não vitais, as características do assoalho da câmara pulpar contribuem para uma superfície de adesão ainda mais desafiadora para restauração, considerando a presença de túbulos dentinários abertos e a ação de irrigantes, como o hipoclorito de sódio, alterando o conteúdo orgânico e mineral da dentina (Kijssamanmith et al., 2002; Baraba et al., 2021). Descrita na literatura como uma “restauração bicamada”, a utilização de CRRF surge como uma opção de base para restaurações com essa extensa perda de tecido dentário (Behr et al., 2003); Bijelic-Donova et al., 2020).

3.1.1 Influência do material restaurador na resistência de união à microtração em dentes não vitais

Para comprovar as diferenças de composição dentinária e testar os materiais descritos anteriormente, Baraba et al. (2021) compararam o CRRF com RC particulada, avaliando a resistência de união à microtração das mesmas à dentina coronária e do assoalho da câmara pulpar em molares não vitais. O teste foi feito aplicando uma carga de tração na velocidade de 0,5mm/min até a fratura. Os resultados mostraram resistências diferentes entre a EVXP ($22,91 \pm 14,66$ MPa na dentina coronária e $14,00 \pm 5,83$ MPa na dentina do assoalho) e a RC ($24,44 \pm 13,72$ MPa na dentina coronária e $12,10 \pm 8,89$ MPa na dentina do assoalho da câmara pulpar), porém declararam que os valores não foram influenciados pelo tipo de compósito utilizado para a construção, logo as duas opções foram igualmente favoráveis para restauração de dentes vitais e não vitais. Por

tratar-se de um estudo *in vitro*, os autores esclareceram que novos estudos seriam necessários e que a utilização de adesivo autocondicionante poderia explicar a baixa resistência de união obtida na dentina do assoalho da câmara pulpar em ambos os casos (Lohbauer et al., 2008).

3.1.2 Influência do material restaurador na resistência à fratura mastigatória em dentes não vitais

Paralelamente a essa análise, uma série de estudos (Frankenberger et al., 2020; Bijelic-Donova et al., 2020; Kaur et al., 2021; Garlapati et al., 2017; Yasa et al., 2016, Ozsevik et al., 2016; Mena-Alvarez et al., 2020) avaliou a resistência à fratura mastigatória de dentes comprometidos restaurados diretamente com RC na presença e ausência do CRRF como base de reforço. Um destes estudos foi o de Frankenberger et al. (2021), que avaliaram também o comportamento marginal em cavidades méso-ocluso-distal (MOD) de molares não vitais, restaurados com RC BulkFill e sistema adesivo universal e outros com CRRF como forramento. Os testes foram feitos aplicando força de 100 N e, similar ao estudo anterior, não houve diferença entre ambos os materiais quanto à resistência à fratura ($p > 0,05$), porém os dentes restaurados pela EVXP como "bicamada" apresentaram mais margens livres de falhas, ou seja, menor formação de gaps na interface restauração-esmalte. Logo, embora com relatos favoráveis, os biomateriais novos se comportaram com similaridade *in vitro* aos biomateriais já utilizados (Carvalho et al., 2018).

Yasa et al. (2016) estudaram a eficiência dos materiais restauradores em cavidades MOD com 3mm de espessura, na presença e na ausência de ranhuras de retenção nas paredes vestibular e lingual de molares inferiores. Significativamente, a presença de ranhuras retentivas de 1,5 mm de comprimento x 1,5 mm de largura e 2/3 da altura da parede da cavidade influenciou na análise ($p < 0,05$), conforme as considerações de Kassis et al. (2021). Os autores concluíram que a EVXP com cavidades retentivas apresentou valores de resistência à fratura maiores em comparação com os outros grupos, representados pela RC nano-híbrida e RC BulkFill Flow como base. Bijelic-Donova et al. (2020), comparando amostras de terceiros molares com incrementos oblíquos de reforço de 2mm, submetidos a testes de mastigação (1,5Hz) com carga de 85 N e em testes de carga estática, também encontraram vantagens no biomaterial. Nele, a maioria (75%) das restaurações apenas com RC direta, ou seja, sem CRRF, fraturaram desfavoravelmente abaixo da junção cimento-esmalte (JCE), em dentes vitais e não vitais, enquanto o reforço da EVXP foi benéfico em termos de modo de fratura, tanto para dentes vitais (75% de fraturas restauráveis), quanto para dente não vital (66,7% de fraturas restauráveis), com fraturas acima da JCE.

Recentemente, Kaur et al. (2021) produziram um estudo em pré-molares superiores e, de maneira similar aos autores acima, também declararam uma maior resistência nos grupos restaurados com o EVXP (909,2 N) como núcleo de preenchimento, em comparação com a RC BulkFill (564N), RC particulada e RC Dual-cure (592N) ($p < 0,0001$), quando submetidos à uma carga vertical ao longo eixo no dente na velocidade de 1mm/min. Para esse autores (Kaur et al., 2021; Eapen et al., 2017; Kumar & Sarthak, 2018), o aumento da resistência média pode ser explicado pelo suporte fornecido com a subestrutura de fibras curtas desse compósito resinoso, que recebem as tensões e funcionam como amortecedores de trincas. Mena-Alvarez et al., (2020), em testes de carga de 80N e 0,5mm/s, nos mesmos elementos dentários, também encontraram maior resistência para o grupo EVXP (3040N) em comparação com a RC convencional (2560N). Em congruência, porém em molares inferiores, Garlapati et al. (2017) encontraram maiores resultados para o grupo com EVXP (1994,8N), em comparação com apenas RC híbrida (1418,3N). A menor resistência dos compósitos diretos pode ser explicada devido à sua contração de polimerização, resultando em quebras marginais, já a maior resistência do CRRF pode ser explicada pelas suas fibras curtas de vidro que, no comprimento adequado, podem funcionar como um reforço para distribuição de forças (Garlapati et al., 2017; Garoushi et al., 2007; Vallittu et al., 1994).

Confirmando os estudos mencionados acima, Ozsevik et al. (2015) também encontraram resultados para a EVXP favoráveis, com valores maiores (2550,7N) e muito semelhantes aos dentes molares intactos, em comparação com a RD

(1489,5N). Embora tenha sido relatado como um material vantajoso com base nos estudos *in vitro*, apenas um estudo piloto clínico foi executado (Tanner et al., 2018) em dentes posteriores com acompanhamento de 2,5 anos. Nele, por meio de registros fotográficos e radiográficos do tratamento, de 36 restaurações com o material EVXP, a taxa de sobrevivência global foi de 97,2% e taxa de sucesso de execução da restauração sem falha foi de 88,9%, indicando com cautela, por tratar-se de um estudo piloto não randomizado, que as restaurações diretas de CRRF, na técnica "bicamada" apresentam um bom desempenho clínico na avaliação de curto período.

Apenas um artigo realizou uma metodologia complementar às análises (Scotti et al., 2020) através da microtomografia computadorizada para avaliar a presença de gap entre a restauração e o elemento dentário antes e após a simulação de mastigação. Uma grande vantagem da EVXP encontrada foi a redução significativa de lacunas quando incorporada com fibras de vidro, visto que as RD causam uma maior contração de polimerização quando usados isoladamente e, como consequência da diminuição do volume, ocorre a formação de lacunas para alívio de tensão, provocando microinfiltração (Gordan et al., 2006). No entanto, é importante enfatizar que, a respeito da resistência do material, não foi encontrada diferença estatística ($p > 0,05$).

3.2 Comparação EverX Posterior versus Restaurações Indiretas em dentes não vitais

Dentes tratados endodonticamente já são considerados elementos de baixa resistência e resiliência, considerando a perda substancial de estrutura dentária (Kassis et al., 2021). Considerando esse motivo, coroas parciais ou totais fabricadas em laboratórios normalmente são uma das opções de tratamento escolhidas pelos dentistas (Alshiddi & Aljinbaz, 2016). Outra abordagem que vem surgindo como opção de tratamento para essas grandes cavidades são os CRRF, como substitutos da dentina e que necessitam de maiores investigações clínicas (Garoushi et al., 2018).

Frankenberger et al. (2021) estudou o comportamento de resistência à fratura do CRRF, representado pela EVXP, comparado às restaurações indiretas (RI), representadas por coroas parciais (endocrowns) e totais de dissilicato de lítio, de zircônia e de ouro fundido, cimentadas por diversos materiais. Comparando apenas as RI, coroas parciais e totais de qualquer um dos materiais avaliados não obtiveram diferenças significativas em relação à resistência avaliada ($p > 0,05$). Já em comparação com o grupo restaurado com EVXP, a cobertura parcial (endocrown) foi mais efetiva tanto no comportamento marginal quanto na fratura. Já a coroa total de zircônia e de ouro fundido foram os que apresentaram maior valor de resistência entre todos os materiais avaliados, sendo superior até mesmo aos dentes hígidos ($p < 0,05$). Desse modo, os autores alegaram que as RI apresentam um desempenho mais promissor, com relação ao teste executado, como material de reabilitação.

Confirmando o resultado mencionado anteriormente, Kassis et al. (2021) também realizaram uma comparação entre a EVXP e RI do tipo endocrowns confeccionadas no sistema CAD/CAM. Esses autores alegaram em seus resultados que a resistência à fratura foi maior nas endocrowns ($p = 0,021$) comparado com o material em questão, visto que esse tipo de reabilitação utiliza a câmara pulpar para aumentar a estabilidade através da cimentação adesiva (Altier et al., 2018). Contudo, uma pequena diferença com relação ao estudo anterior foi encontrada, ao afirmar que a maior resistência à fratura foi obtida nos dentes hígidos, seguido das RI. Desse modo, observa-se que a endocrown, nessa revisão de literatura, apresentou vantagem sobre o material testado e pode ser uma interessante opção de tratamento, visto que requer uma preparação menos invasiva do que o uso dos retentores intrarradiculares, reduzindo etapas clínicas de preparo do conduto, cimentação dos retentores e construção de núcleos de preenchimento (Rocca et al., 2015; Pashley et al., 2011).

Com relação às RI de resinas híbridas, os resultados também mostraram valores inferiores no biomaterial reforçado por vidro. Rocca et al. (2015) relataram uma resistência de 2429N na EVXP em comparação com 2817N da RC híbrida confeccionada em CAD/CAM, na configuração de preparo do tipo overlay, aplicada uma carga oclusal axial (49N) na velocidade de 1mm/min. Na avaliação de modo de fratura, contudo, todos os grupos avaliados fraturaram catastróficamente,

abaixo da JCE, sugerindo que o uso de CRRF em grandes cavidades como “núcleo” de restaurações espessas de resinas é inútil na resistência. Kassis et al. (2021) também salientaram que o design da cavidade pode influenciar na resistência do material ao realizar testes em cavidades MOD (inlays) e também em onlays restauradas com RC híbridas confeccionadas em CAD/CAM. Seus resultados mostraram que a resistência foi maior nos dentes hígidos, seguido por onlays com a RC, intermediário para onlays com a EVXP e menor para as cavidades MOD, tanto com CRRF e RC. Desse modo, o CRRF apresentou uma condição inferior a RC híbrida indireta como material de base para restaurações, talvez pela necessidade de ranhuras retentivas para evitar fratura de cúspide (Atalay et al., 2016).

3.3 Comparação EverX Posterior versus Retentores Intrarradiculares em dentes não vitais

O uso dos retentores intrarradiculares, em especial os pinos de fibra (PF) de vidro, são amplamente recomendados na literatura com o intuito de fornecer uma maior retenção para os materiais restauradores, considerando o seu módulo de elasticidade mais semelhante à dentina. (Saker & Özcan, 2015; Nothdurft et al., 2018, Mena-Alvarez et al., 2020). Porém, novos materiais com propriedades diferentes vêm sendo testados para garantir um melhor prognóstico no tratamento de dentes não vitais sujeitos à endodontia (Mortazavi et al., 2012; Mena-Alvarez et al., 2020).

Mena-Alvarez et al. (2020), em cavidades MOD de pré-molares superiores, compararam a resistência à fratura de PF de vidro e elástico com a EVXP, de maneira isolada e combinada. Considerando a técnica adotada, o preparo do conduto foi realizado deixando o selamento apical de 4mm de guta-percha no canal. As resistências encontradas, em ordem crescente, foram de 2420N para o grupo apenas com PF vidro, 3040N para apenas EVXP, 3510N para o grupo apenas com PF elástico, 3520N para PF elástico com EVXP e 3620N para PF vidro com EVXP. Considerando o grupo controle (3290N), a presença de compósitos reforçados por vidro dentro do canal e como núcleo de preenchimento melhorou o comportamento biomecânico, aumentando a resistência à fratura dos corpos de prova.

Outros estudos também consideraram a EVXP como tratamento de melhor escolha (Cimpean et al., 2020; Gaintantzopoulou et al., 2018). Cimpean et al. (2020) reforçaram que o novo biomaterial representa ser um bom substituto da dentina em grandes cavidades, como cavidades MOD, em comparação com os PF de vidro. Na sua análise, o uso do CRRF como “bicamada” com uma RC microparticulada, ampliou a resistência à fratura (1159,42N) duas vezes mais do que o valor obtido apenas com o uso do retentor intrarradicular (522,35N). Obviamente que o uso desses materiais aumenta o reforço coronário em comparação com aqueles dentes na ausência do mesmo, mas continuam sendo o elo mais fraco em adesividade (Cimpean et al., 2020). Já a EVXP contém as fibras de vidro E multidirecionais evitando a propagação de trincas da restauração, além de possuir diâmetro de 16 µm e comprimento entre 1 e 2mm, que alteram o modo de fratura e elevam a sua resistência (Garoush et al., 2017; Abouelleil et al., 2015).

Gaintantzopoulou et al. (2018), verificaram o efeito das restaurações em cúspides linguais de pré-molares sujeitas ao ciclo de carga. Os autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,273$) na carga de fratura entre os grupos, sendo de 860N para PF de vidro e 1059N para EVXP, em camada de 4mm e coberta por RC particulada. Mas, curiosamente, 60% das amostras com o primeiro material fraturaram catastróficamente nas raízes e 40% fraturaram de forma mista, na região de cúspide e restauração. Diferente desse resultado, o novo material não apresentou nenhuma fratura radicular, apenas fraturas coronais à JCE ($p=0.004$).

3.4 Comparação EverX Posterior versus Fibra de reforço de polietileno ou de vidro em dentes não vitais

Dentes sujeitos à tratamentos endodônticos são elementos propensos à fratura e, de acordo com a literatura científica já publicada sobre o assunto (Garlapati et al., 2017, Eskitaşcioğlu et al., 2002; Belli et al., 2005), uma forma de prevenção é a utilização de CRRF. Outros materiais utilizados são fibras de polietileno (FP) e de vidro (FV), que apresentam maior

resistência à fratura e módulo de flexão (Belli et al., 2006; Vallittu, 1998; Garlapati et al., 2017). Apresentam também a propriedade de absorver e distribuir a força oclusal gerada para o elemento dentário, por funcionar como um “monobloco” posicionado entre o material restaurador direto ou indireto e a dentina (Garlapati et al., 2017; Ayna et al., 2009).

Garlapati et al. (2017) realizaram uma pesquisa com o objetivo de evidenciar as diferenças entre esses dois materiais. O estudo avaliou a resistência à fratura de cavidades MOD restauradas com EVXP em comparação com as FV, em uma técnica também chamada de “wallpapering technique” (Valizadeh et al., 2020). Os autores alegaram que, por meio da força aplicada na velocidade de 0,5mm/min, os DTE restaurados com EVXP (1994,8N) apresentaram resistência superior ao outro grupo analisado (1716,7N). Declararam também que as FV apresentam orientação longitudinal, garantindo uma resistência ao cisalhamento da mesma (Kalburge et al., 2013), já o CRRF apresenta fibras com orientação aleatória, importantes para suas propriedades mecânicas, como a contração de polimerização (Garlapati et al., 2017). Em outro estudo correspondente (Ozsevik et al., 2015), o biomaterial resinoso reforçado por vidro também apresentou maior resistência em comparação com as demais fibras. Ozsevik et al. (2015) demonstraram resistência de 2550,7N para EVXP versus 1958,3N para a FP. Adicionalmente, destacaram a diferença de etapa clínica, sendo o novo biomaterial de mais fácil aplicação na cavidade dentária de menores dimensões, ou até mesmo em molares, como no teste feito no trabalho.

Uma avaliação com sobreposição de fibras foi encontrada em 2 estudos in-vitro (Rocca et al., 2015; Scotti et al., 2020). Neles, as amostras foram divididas em condições isoladas, ou seja, algumas restauradas com CRRF como base de reforço e outras com FV, e também em uma condição sobreposta, com FV imersas no biomaterial. No estudo de Scotti et al. (2020), as FV apresentam dimensão de 10mm x 3mm inseridas na cavidade MOD, seguida da EVXP de 2mm e a RC micro-híbrida de cobertura. Os resultados mostraram resistências de 465,36N para EVXP isolada, 499,79N para FV isolada e 515,96N para EVXP com FV, respectivamente, indicando que a utilização do CRRF com FV apresentou resultado positivo como opção de tratamento ($p < 0,05$). Porém, na avaliação do modo de fratura, a presença da fibra foi incapaz de alterar a sua propagação que, em todos os grupos avaliados, ocorreu acima da JCE. De acordo com a literatura ainda escassa sobre o assunto, muitos fatores podem influenciar na função de reforço, como a forma e direção, a relação fibra-resina e a resistência de união entre elas, sendo necessárias mais pesquisas para definição do melhor protocolo a ser empregado (Scotti et al., 2020; Belli et al., 2006).

Já no estudo de Rocca et al. (2017), 3 camadas de uma rede de FV de 0,06mm de espessura e 6mm x 6mm de proporção largura e comprimento foram inseridas na cavidade do tipo overlay acima da EVXP de 2mm e em seguida a RC híbrida confeccionada no sistema CAD/CAM. Os valores de resistência foram de: 2128,125 N e 2429,25 N para as condições isoladas de FV e EVXP, respectivamente, e 2577,25 N para a sobreposição. Embora os valores tenham apresentado diferença entre os grupos, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre eles e todos apresentaram falha catastrófica, logo a incorporação de fibras em dentes não vitais não desencadeou nenhum ganho para aumento da capacidade de carga ou melhora do modo de falha. Uma outra forma de avaliação descrita por Tekçe et al. (2017) foi investigar o efeito do método de polimerização direta e indireta da fibra na resistência à fratura. O tipo de polimerização da fibra sob o compósito BulkFill de 4 mm não alterou os resultados de resistência à fratura, que permaneceram semelhantes ($p > 0,05$) com 2142,9N para EVXP, 2254,1 e 2228,6N para FV polimerizado direta e indiretamente, respectivamente. O requisito de polimerização é um ponto importante para análise do material, visto que as propriedades mecânicas ideais dos compósitos estão intimamente relacionadas com a polimerização completa dos mesmos (Ferracane & Greener, 1986).

3.5 Limitações do estudo

Esta revisão de literatura apresenta suas limitações principalmente por comparar estudos não homogêneos com relação ao dente analisado, ao tamanho da cavidade preparada para restauração, a preparação dos espécimes e ao protocolo de

restauração, com sistemas adesivos e escolha de resinas compostas diferentes. Aborda também um amplo número de estudo in vitro, no qual as amostras de dentes são submetidas a uma heterogeneidade de testes para envelhecimento por ciclagem térmica e cargas de compressão em diversas forças e direções, portanto apresentam algumas limitações em termo de simulação de condições clínicas intra-oral.

4. Conclusão

Conclui-se que a utilização do CRRF, em especial a EverX Posterior (GC), apresenta um bom desempenho nas pesquisas in vitro como forma de restauração de dentes tratados endodonticamente. O material analisado apresentou maior resistência à fratura na maioria dos estudos selecionados nesta revisão de literatura, em comparação com as restaurações diretas, os retentores intrarradiculares e as fibras de reforço de polietileno e de vidro. Contudo, as restaurações indiretas, principalmente do tipo endocrown, apresentaram um comportamento mais promissor nos artigos avaliados, em comparação com o novo biomaterial. Novos estudos clínicos devem ser feitos para comprovar as considerações sobre a filosofia “no post” descrita.

Referências

- Abouelleil, H., Pradelle, N., Villat, C., Attik, N., Colon, P., & Grosgeat, B. (2015). Comparison of mechanical properties of a new fiber reinforced composite and bulk filling composites. *Restorative dentistry & endodontics*, 40(4), 262–270. <https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.4.262>
- Alshiddi, I. F., & Aljinbaz, A. (2016). Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with indirect composite inlay and onlay restorations - An in vitro study. *The Saudi dental journal*, 28(1), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2015.09.001>
- Altier, M., Erol, F., Yildirim, G., & Dalkilic, E. E. (2018). Fracture resistance and failure modes of lithium disilicate or composite endocrowns. *Nigerian journal of clinical practice*, 21(7), 821–826. https://doi.org/10.4103/njcp.njcp_175_17
- Atalay, C., Yazici, A. R., Horuztepe, A., Nagas, E., Ertan, A., & Ozgunaltay, G. (2016). Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored With Bulk Fill, Bulk Fill Flowable, Fiber-reinforced, and Conventional Resin Composite. *Operative dentistry*, 41(5), E131–E140. <https://doi.org/10.2341/15-320-L>
- Ayna, B., Celenk, S., Atakul, F., & Uysal, E. (2009). Three-year clinical evaluation of endodontically treated anterior teeth restored with a polyethylene fibre-reinforced composite. *Australian dental journal*, 54(2), 136–140. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2009.01106.x>
- Baraba, A., Cimic, S., Basso, M., Ionescu, A. C., Brambilla, E., & Miletić, I. (2021). Microtensile Bond Strength of Fiber-Reinforced and Particulate Filler Composite to Coronal and Pulp Chamber Floor Dentin. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(9), 2400. <https://doi.org/10.3390/ma14092400>
- Behr, M., Rosentritt, M., Latzel, D., & Handel, G. (2003). Fracture resistance of fiber-reinforced vs. non-fiber-reinforced composite molar crowns. *Clinical oral investigations*, 7(3), 135–139. <https://doi.org/10.1007/s00784-003-0211-x>
- Belli, S., Cobankara, F. K., Eraslan, O., Eskitascioglu, G., & Karbhari, V. (2006). The effect of fiber insertion on fracture resistance of endodontically treated molars with MOD cavity and reattached fractured lingual cusps. *Journal of biomedical materials research. Part B, Applied biomaterials*, 79(1), 35–41. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30508>
- Belli, S., Erdemir, A., Ozcopur, M., & Eskitascioglu, G. (2005). The effect of fibre insertion on fracture resistance of root filled molar teeth with MOD preparations restored with composite. *International endodontic journal*, 38(2), 73–80. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2004.00892.x>
- Belli, S., Erdemir, A., & Yildirim, C. (2006). Reinforcement effect of polyethylene fibre in root-filled teeth: comparison of two restoration techniques. *International endodontic journal*, 39(2), 136–142. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01057.x>
- Bijelic-Donova, J., Keulemans, F., Vallittu, P. K., & Lassila, L. (2020). Direct bilayered biomimetic composite restoration: The effect of a cusp-supporting short fiber-reinforced base design on the chewing fracture resistance and failure mode of molars with or without endodontic treatment. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 103, 103554. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2019.103554>
- Carvalho, M. A., Lazari, P. C., Gresnigt, M., Del Bel Cury, A. A., & Magne, P. (2018). Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Brazilian oral research*, 32(suppl 1), e74. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0074>
- Cimpean, S. I., Pop-Ciutrla, I., Buduru, S., Pavel, L. L., Florea, D. F., Delean, A. G., Moldovan, M., Dulescu, M. C., Berbec, S., Voinescu, D. C., Beznea, A., Begucioiu, M. & Stefanescu, V. (2020). Assessing fracture resistance of non vital teeth using two different composite systems: short-fiber-reinforced composite and glass fiber post with microfilled hybrid composite. *Materiale Plastice*, 57(4), 286–296.
- Deliperi, S., Alleman, D., & Rudo, D. (2017). Stress-reduced Direct Composites for the Restoration of Structurally Compromised Teeth: Fiber Design According to the "Wallpapering" Technique. *Operative dentistry*, 42(3), 233–243. <https://doi.org/10.2341/15-289-T>
- Eapen, A. M., Amirtharaj, L. V., Sanjeev, K., & Mahalaxmi, S. (2017). Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with 2 Different Fiber-reinforced Composite and 2 Conventional Composite Resin Core Buildup Materials: An In Vitro Study. *Journal of endodontics*, 43(9), 1499–1504. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.031>

- Eskitaşcıoğlu, G., Belli, S., & Kalkan, M. (2002). Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *Journal of endodontics*, 28(9), 629–633. <https://doi.org/10.1097/00004770-200209000-00001>
- Ferracane, J. L., & Greener, E. H. (1986). The effect of resin formulation on the degree of conversion and mechanical properties of dental restorative resins. *Journal of biomedical materials research*, 20(1), 121–131. <https://doi.org/10.1002/jbm.820200111>
- Figueiredo, F. E., Martins-Filho, P. R., & Faria-E-Silva, A. L. (2015). Do metal post-retained restorations result in more root fractures than fiber post-retained restorations? A systematic review and meta-analysis. *Journal of endodontics*, 41(3), 309–316. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.006>
- Frankenberger, R., Winter, J., Dudek, M. C., Naumann, M., Amend, S., Braun, A., Krämer, N., & Roggendorf, M. J. (2021). Post-Fatigue Fracture and Marginal Behavior of Endodontically Treated Teeth: Partial Crown vs. Full Crown vs. Endocrown vs. Fiber-Reinforced Resin Composite. *Materials* (Basel, Switzerland), 14(24), 7733. <https://doi.org/10.3390/ma14247733>
- Fuss, Z., Lustig, J., & Tamse, A. (1999). Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *International endodontic journal*, 32(4), 283–286. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.1999.00208.x>
- Gaintantzopoulou, M. D., Farmakis, E. T., & Eliades, G. C. (2018). Effect of Load Cycling on the Fracture Strength/Mode of Teeth Restored with FRC Posts or a FRC Liner and a Resin Composite. *BioMed research international*, 2018, 9054301. <https://doi.org/10.1155/2018/9054301>
- Garlapati, T. G., Krithikadatta, J., & Natanasabapathy, V. (2017). Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with short fiber composite used as a core material-An in vitro study. *Journal of prosthodontic research*, 61(4), 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2017.02.001>
- Garoushi, S., Gargoum, A., Vallittu, P. K., & Lassila, L. (2018). Short fiber-reinforced composite restorations: A review of the current literature. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 9(3), e12330. <https://doi.org/10.1111/jicd.12330>
- Garoushi, S., Vallittu, P. K., & Lassila, L. (2017). Mechanical Properties and Wear of Five Commercial Fibre-Reinforced Filling Materials. *The Chinese journal of dental research: the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association* (CSA), 20(3), 137–143. <https://doi.org/10.3290/j.cjdr.a38768>
- Garoushi, S., Vallittu, P. K., & Lassila, L. V. (2007). Short glass fiber reinforced restorative composite resin with semi-inter penetrating polymer network matrix. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 23(11), 1356–1362. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.11.017>
- Gordan, V. V., Shen, C., Riley, J., 3rd, & Mjör, I. A. (2006). Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ...* [et al.], 18(3), 144–154. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2006.00007.x>
- Kalburge, V., Yakub, S. S., Kalburge, J., Hiremath, H., & Chandurkar, A. (2013). A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth, with variable marginal ridge thicknesses, restored with composite resin and composite resin reinforced with Ribbond: an in vitro study. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, 24(2), 193–198. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.116676>
- Kassis, C., Khoury, P., Mehanna, C. Z., Baba, N. Z., Bou Chebel, F., Daou, M., & Hardan, L. (2021). Effect of Inlays, Onlays and Endocrown Cavity Design Preparation on Fracture Resistance and Fracture Mode of Endodontically Treated Teeth: An In Vitro Study. *Journal of prosthodontics: official journal of the American College of Prosthodontists*, 30(7), 625–631. <https://doi.org/10.1111/jopr.13294>
- Kaur, B., Gupta, S., Grover, R., Sadana, G., Gupta, T., & Mehra, M. (2021). Comparative Evaluation of Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with Different Core Build-up Materials: An In Vitro Study. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 14(1), 51–58. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1901>
- Keulemans, F., Garoushi, S., & Lassila, L. (2017). Fillings and core build-ups (Book Chapter). In: Vallittu P, Özcan M, eds. A Clinical Guide to Principles of Fibre Reinforced Composites (FRCs) in Dentistry. *Duxford: Woodhead Publishing*, 131-163.
- Kijsamanmith, K., Timpawat, S., Harnirattisai, C., & Messer, H. H. (2002). Micro-tensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine. *International endodontic journal*, 35(10), 833–839. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00581.x>
- Kumar, A., & Sarthak, S. (2018). In vitro evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with bulk-fill, bulk-fill flowable, fiber-reinforced, and conventional resin composite. *J Oper Dent Endod*, 3(1):12–17.
- Lohbauer, U., Nikolaenko, S. A., Petschelt, A., & Frankenberger, R. (2008). Resin tags do not contribute to dentin adhesion in self-etching adhesives. *The journal of adhesive dentistry*, 10(2), 97–103.
- Mena-Álvares, J., Agustín-Panadero, R., & Zubizarreta-Macho, A. (2020). Effect of Fiber-Reinforced Composite and Elastic Post on the Fracture Resistance of Premolars with Root Canal Treatment—An In Vitro Pilot Study. *Appl. Sci*, 10, 7616.
- Mortazavi, V., Fathi, M., Katiraei, N., Shahnaseri, S., Badrian, H., & Khalighinejad, N. (2012). Fracture resistance of structurally compromised and normal endodontically treated teeth restored with different post systems: An in vitro study. *Dental research journal*, 9(2), 185–191. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.95234>
- Nahata, M. C. (2008). Tips for writing and publishing an article. *The Annals of pharmacotherapy*, 42(2), 273–277. <https://doi.org/10.1345/aph.1K616>
- Nothdurft, F. P., Seidel, E., Gebhart, F., Naumann, M., Motter, P. J., & Pospiech, P. R. (2008). The fracture behavior of premolar teeth with class II cavities restored by both direct composite restorations and endodontic post systems. *Journal of dentistry*, 36(6), 444–449. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.03.004>
- Ozsevik, A. S., Yildirim, C., Aydin, U., Culha, E., & Surmelioglu, D. (2016). Effect of fibre-reinforced composite on the fracture resistance of endodontically treated teeth. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 42(2), 82–87. <https://doi.org/10.1111/aej.12136>

- Pashley, D. H., Tay, F. R., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R. M., Carrilho, M., & Tezvergil-Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.016>
- Rocca, G. T., Saratti, C. M., Cattani-Lorente, M., Feilzer, A. J., Scherrer, S., & Krejci, I. (2015). The effect of a fiber reinforced cavity configuration on load bearing capacity and failure mode of endodontically treated molars restored with CAD/CAM resin composite overlay restorations. *Journal of dentistry*, 43(9), 1106–1115. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.06.012>
- Saker, S., & Özcan, M. (2015). Retentive strength of fiber-reinforced composite posts with composite resin cores: Effect of remaining coronal structure and root canal dentin conditioning protocols. *The Journal of prosthetic dentistry*, 114(6), 856–861. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.06.015>
- Scotti, N., Michelotto Tempesta, R., Pasqualini, D., Baldi, A., Vergano, E. A., Baldissara, P., Alovise, M., & Comba, A. (2020). 3D Interfacial Gap and Fracture Resistance of Endodontically Treated Premolars Restored with Fiber-reinforced Composites. *The journal of adhesive dentistry*, 22(2), 215–224. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a44286>
- Tanner, J., Tolvanen, M., Garoushi, S., & Säilynoja, E. (2018). Clinical Evaluation of Fiber-Reinforced Composite Restorations in Posterior Teeth - Results of 2.5 Year Follow-up. *The open dentistry journal*, 12, 476–485. <https://doi.org/10.2174/1874210601812010476>
- Tekçe, N., Pala, K., Tuncer, S., Demirci, M., & Serim, M. E. (2017). Influence of polymerisation method and type of fibre on fracture strength of endodontically treated teeth. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, 43(3), 115–122. <https://doi.org/10.1111/aej.12187>
- Valizadeh, S., Ranjbar Omrani, L., Deliperi, S., & Sadeghi Mahounak, F. (2020). Restoration of a Nonvital Tooth with Fiber Reinforce Composite (Wallpapering Technique). *Case reports in dentistry*, 2020, 9619787. <https://doi.org/10.1155/2020/9619787>
- Vallittu P. K. (1998). The effect of glass fiber reinforcement on the fracture resistance of a provisional fixed partial denture. *The Journal of prosthetic dentistry*, 79(2), 125–130. [https://doi.org/10.1016/s0022-3913\(98\)70204-5](https://doi.org/10.1016/s0022-3913(98)70204-5)
- Vallittu, P. K., Lassila, V. P., & Lappalainen, R. (1994). Transverse strength and fatigue of denture acrylic-glass fiber composite. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, 10(2), 116–121. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(94\)90051-5](https://doi.org/10.1016/0109-5641(94)90051-5)
- Yasa, B., Arslan, H., Yasa, E., Akcay, M., & Hatirli, H. (2016). Effect of novel restorative materials and retention slots on fracture resistance of endodontically-treated teeth. *Acta odontológica Scandinavica*, 74(2), 96–102. <https://doi.org/10.3109/00016357.2015.104691>