



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Reabilitação do dente posterior tratado endodônticamente e severamente destruído: endocrown vs espigão-falso coto

Clique ou toque aqui para introduzir texto.

Giuseppe Grande

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 28 de maio de 2020

Giuseppe Grande

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Reabilitação do dente posterior tratado endodônticamente e severamente destruído: endocrown vs espigão-falso coto

Clique ou toque aqui para introduzir texto.

Trabalho realizado sob a Orientação de "Antonio Correia Pinto" e Co-orientadora
Lara Sofia Barros Coelho

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Agradecimentos

Agradeço à Universidade CESPU e a todos os professores por me fazerem viver essa experiência que me permitiu realizar este sonho na minha idade.

Agradeço ao meu orientador Prof. António Correia Pinto pelo apoio e disponibilidade e em particular à minha Co-orientadora, Mestre. Lara Sofia Barros Coelho, pela paciência e ajuda.

Tenho de agradecer a todos os colaboradores que me apoiaram durante a minha ausência ao trabalho na Itália em particular ao Dr. António.

Agradeço ao meu amigo e binómio Giovanni, à minha colega Elena e a todos os demais do meu curso.

Agradeço ao meu filho Pietro pela paciência e peço perdão por não ter estado perto dele nos últimos cinco anos e por tê-lo visto crescer.

E por último, mas não menos importante, tenho que agradecer a minha esposa Rasanna que em todos esses anos de minha carreira académica e profissional sempre esteve perto de mim, ela me apoiou e encorajou principalmente nos momentos difíceis em que eu estava prestes a desistir. Sem ele não teria sido possível.

O mundo está nas mãos daqueles que têm a coragem de sonhar e correr o risco de viver seus sonhos.

(Paulo Coelho)

RESUMO

Introdução e Objetivo: A estrutura e força dos dentes posteriores severamente destruídos estão comprometidas pelo tratamento endodôntico não cirúrgico do canal radicular o qual leva a uma complexa escolha sobre o melhor método de restauração indireta com recobrimento cúspideo final: coroa mais espigão ou a realização de uma endocrown. O objetivo visa comparar a reabilitação com endocrown VS a convencional com coroa e espigão falso-coto de um dente posterior endodonciado.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica através da PUBMED. Os critérios de inclusão envolveram artigos relacionados com endocrowns e espigão falso-coto, publicados no idioma Inglês de 2008 a 2021.

Resultados: Quando comparado com a técnica convencional, as endocrowns em molares demonstraram ter maior resistência à fratura, criam menores tensões sobre os tecidos dentários e tem excelentes taxas de sobrevivência e sucesso. Nos pré-molares os resultados são contrastantes sobre as vantagens do endocrown em relação ao convencional método de retenção macromecânica na raiz.

Discussão: Diferentes metodologias de estudo sobre a resistência à fratura comparam as duas abordagens, havendo resultados muito ímpares ao longo dos estudos avaliados, devido ao fato das forças terem sido aplicadas com diferentes angulações na peça dentária. Os valores de tensão de von Mises apontaram todos no facto que o endocrown cria menor stress nos tecidos dentários. Os resultados *in vivo* demonstraram boas taxas de sucesso nas duas abordagens.

Conclusão: A endocrown parece ser uma boa opção de reabilitação para molares severamente destruídos.

Palavras-chave: "Endocrown", "Post and core", "Crown", "Premolar", "Molar".

ABSTRACT

Introduction and Objective: The structure and strength of severely destroyed posterior teeth are compromised by non-surgical root canal endodontic treatment which leads to a complex choice on the best indirect restoration method with final cusp covering: post and core plus conventional crown or endocrown. The objective is to compare rehabilitation with endocrown and the conventional rehabilitation with post-core crowns on an endodontically treated posterior tooth.

Materials and Methods: A bibliographic search was carried out through PUBMED. The inclusion criteria involved articles related to endocrowns and post and core restorations, published in the English language from 2008 to 2021.

Results: When compared with the conventional technique, molar endocrowns have been shown to have greater resistance to fracture, create less stress on dental tissues and have excellent survival and success rates. In the premolars, the results are contrasting on the advantages of the endocrown in relation to the conventional method of macromechanical retention in the root.

Discussion: Different study methodologies on fracture resistance compare the two approaches, with very uneven results throughout the studies evaluated, due to the fact that the forces were applied with different angles in the tooth. The von Mises stress values all point to the fact that the endocrown creates less stress on dental tissues. The in vivo results demonstrated good success rates in both approaches.

Conclusion: The endocrown seems to be a good rehabilitation option for severely destroyed molars.

Key-words: "Endocrown", "Post and core", "crown", "Premolar", "Molar".

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABELAS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|--|----|
| 1 - INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 - MATERIAIS E MÉTODOS..... | 2 |
| 3 - RESULTADOS | 3 |
| 4 - DISCUSSÃO | 13 |
| 4.1 Resistência à fratura | 14 |
| 4.1.1 Resistência à fratura em molares..... | 15 |
| 4.1.2. Resistência à fratura em pré-molares..... | 16 |
| 4.2 Tensões máximas de von Mises | 18 |
| 4.3 Follow-ups em estudos <i>in vivo</i> | 19 |
| 5 - CONCLUSÕES | 20 |
| 6 - BIBLIOGRAFIA | 21 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: fluxograma..... 4

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: resultados da pesquisa qualitativa..... 5

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

TENC - tratamento endodôntico não cirúrgico

MOD - mesio-ocluso-distal

EC - endocrown

PC - post-and-core

PCFV – post-and-core em fibra de vidro

RC – resina composita

PCM – post-core em metal

mvM - critério de von Mises modificado

TCML – termociclagem e carga mecânica

N – newton

PCZr – post and core em zirconia

LDS – dissilicato de lítio

FEA – finite element analysis em 3D

MPa – megapascais

1 - INTRODUÇÃO

A estrutura e força dos dentes posteriores são comprometidas pelo tratamento endodôntico não cirúrgico do canal radicular (TENC). O efeito combinado de uma cavidade de acesso, preparo do canal radicular, perda do teto da câmara pulpar, perda das cristas marginais e restaurações anteriores deixa o dente mecanicamente frágil e sujeito a fraturas (1,2).

Quanto maior a estrutura remanescente do dente, melhor o prognóstico a longo prazo da restauração (1–3). Já não se acredita que mudanças na micro-composição da dentina não vital causadas por materiais utilizados durante o TENC tenham um efeito significativo na sua fragilidade (1).

Dentes endodonciados severamente destruídos foram definidos como dentes com perda de estrutura dentária além de uma cavidade mesio-ocluso-distal (MOD). Nestes casos, a perda de cristas marginais demonstrou aumentar a deflexão cuspídea em relação às preparações MO/DO. (2) Foi relatado que uma espessura da crista marginal de > 1 mm preserva a resistência à fratura dos dentes e uma de 0,5 mm leva a uma redução significativa na resistência à fratura do dente em comparação aos dentes intactos. (3) Quanto mais ampla for a preparação da cavidade, mais fina será a espessura das paredes axiais restantes. A espessura restante da parede foi relatada como um fator importante na resistência à fratura sob carga oclusal, sendo que uma parede axial de <2 mm reduz a resistência do dente à fratura (4).

Os dentes desta categoria sofreram uma grande perda de estrutura dentária por carie ou por iatrogenia e beneficiam de recobertura cuspídea. (2,5,6)

Uma Endocrown (EC) é um tipo de restauração para dentes posteriores endodonciados que consiste num núcleo e coroa unidos que se estende até a câmara pulpar. A retenção é obtida através do cimento resinoso adesivo (retenção micromecânica) e das paredes axiais da câmara pulpar (retenção macromecânica). As EC possuem um desenho de preparação conservador que preserva a estrutura dentária remanescente, evitando a necessidade de um espigão, reduzindo o risco de fratura vertical da raiz e perfurações radiculares acidentais. (5,6)

Uma restauração dentária *post-and-core* (PC) é necessária quando existe uma quantidade inadequada de tecido dentário sólido remanescente para reter uma coroa convencional. Um espigão em fibra de vidro (PCFV) com falso-coto em resina ou em metal (PCM) com falso-coto fundido é cimentado no canal radicular preparado com TENC para reter uma restauração central em compósito que, por sua vez, vai reter a coroa ou ponte final. Quando o preparo para uma prótese parcial fixa não contém estrutura dentária supragengival suficiente de 1-2mm por 360° das paredes axiais, não é alcançado o chamado "efeito fêrula". Uma coroa ou ponte, que é cimentada em tal preparo pode sofrer falha biomecânica. (4)

Ao contrário da abordagem PC, o EC não precisa de 1–2 mm de estrutura dentária supragengival para criar uma fêrula. Isso reduz a necessidade de etapas clínicas adicionais. Consequentemente, o uso de EC geralmente diminui o número de consultas e o custo do tratamento. (5–8)

Objetivo: O objetivo desta revisão integrativa da literatura, visa comparar a reabilitação com Endocrowns VS a reabilitação convencional com espigão falso-coto, de um dente posterior endodonciado e extensamente destruído, no que diz respeito à resistência à fratura, à taxa de sobrevivência e às tensões máximas de von Mises (mVM).

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada na PUBMED (via National Library of Medicine) utilizando a seguinte combinação de palavras-chave: "Endocrown", "Post and core", "Crown and Premolar", "Crown and Molar".

Os critérios de inclusão envolveram artigos relacionados com endocrowns e espigão falso-coto publicados desde janeiro de 2008 até 2021, artigos escritos em inglês; ensaios clínicos randomizados e estudos de coorte prospectivos.

Os critérios de exclusão nos resultados foram os seguintes: revisões da literatura, artigos anteriores 2008, artigos inascíveis, aqueles que não apresentavam informações em conformidade com os objetivos do trabalho.

O total dos artigos encontrados após a primeira pesquisa utilizando as diferentes combinações de palavras chave foi 629, após a leitura dos títulos e *abstract* eliminamos 574 artigos, destes eliminamos 10 artigos duplicados, procedeu-se à leitura completa dos artigos e 23 não atendiam ao objetivo do estudo e foram eliminados, ficando apenas 22 artigos para revisão qualitativa dos resultados.

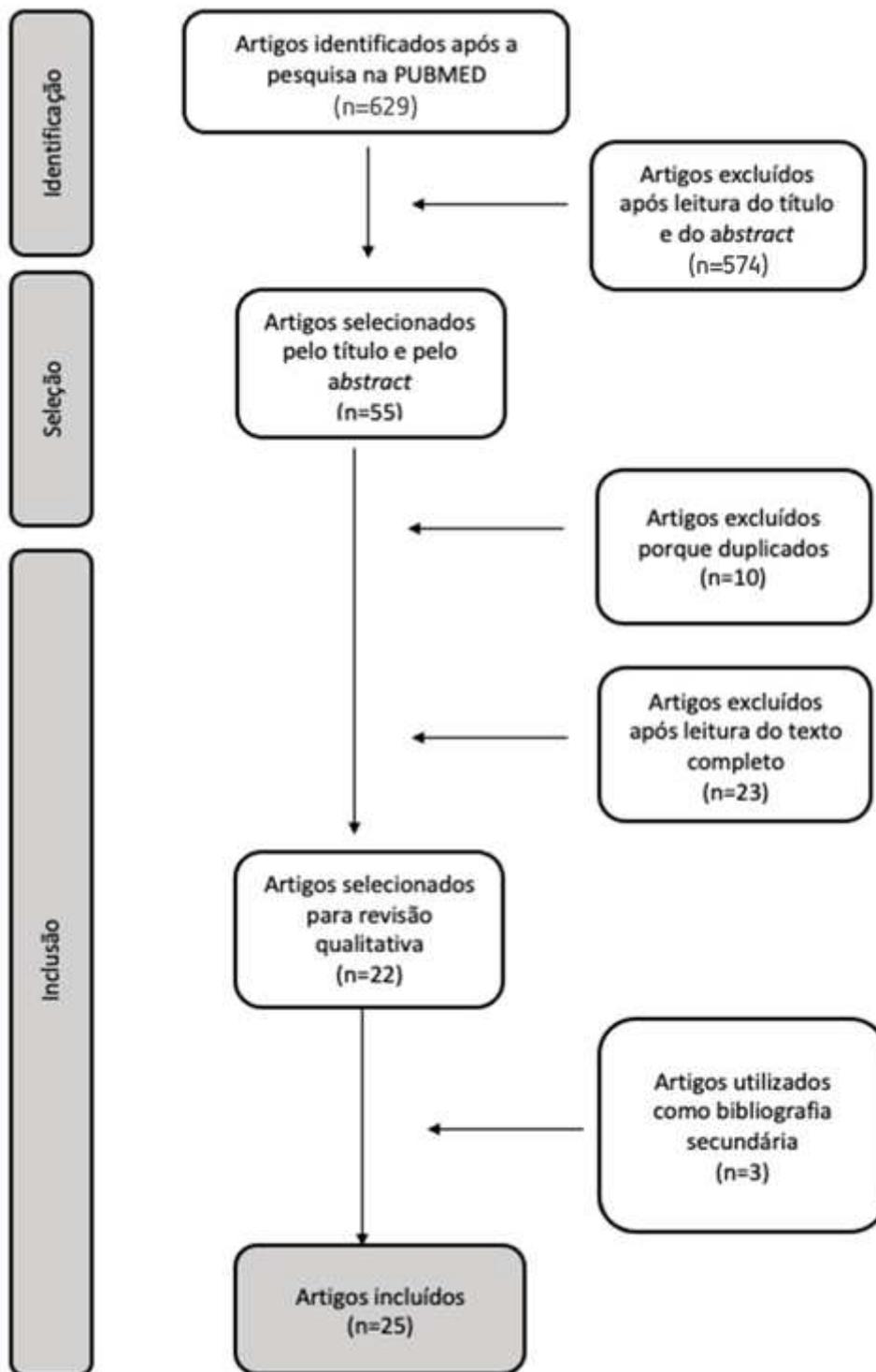
As seguintes informações foram registadas para esta revisão: nomes dos autores, ano de publicação, finalidade do estudo, tamanho da amostra, materiais e métodos e resultados. Foram incluídos mais 3 artigos encontrados na bibliografia secundária para o enriquecimento da discussão dos resultados.

3 - RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica encontrou 629 artigos na base de dados PubMed, como demonstrado na figura 1.

| Nº PROCURA | PALAVRA-CHAVE | ARTIGOS |
|------------|----------------------|---------|
| #1 | "Endo crown" | 9 |
| #2 | "Post and core" | 147 |
| #3 | "Crown AND Premolar" | 186 |
| #4 | "Crown AND Molar" | 287 |

Figura 1: fluxograma



Dos 22 estudos selecionados:

- 10 estudos (45%) compararam a resistência a fratura em Newtons (N) entre EC e PC através de termocalagem e carga mecânica (TCML), emissão acústica (EA) ou forças aplicadas diretamente nos dentes

- 6 (27%) compararam os níveis de stress através do critério de von Mises modificado (mvM) em MPa.
- 6 (27%) analisaram as taxas de sobrevivência.

Os principais resultados obtidos, estão na seguinte tabela:

* Resultados com a mesma letra maiúscula não diferiram significativamente entre eles ($p > 0,05$).

| Estudo | Objetivo | Tipo de estudo | Amostra | Metodologia estudo | Resultados* |
|---------------------------|---|----------------|---|--|---|
| Forberger et al. 2008 (9) | Avaliar a resistência à fratura de coroas de cerâmica com diferentes subestruturas em pré-molares | In vitro | 48 pré-molares - Não tratado - restaurado com RC - EC - PCFV - Post-core em zirconia (PCZr) - espigão de ouro fundido Coroas em dissilicato de lítio (LDS) | Submetidos à termociclagem e carregamento mecânico (TCML) até fratura. | Resistência à fratura média em Newtons (N): ○ Não tratado = 849 (94) A ○ RC = 1031 (266) AB ○ PCFV = 1092,4 (307,8) AB ○ EC = 1107 (217) AB ○ PCZr = 1253 (226) B PC ouro = 1101 (182) AB |
| Beltrão et al. 2009 (10) | Avaliar o efeito de PCFV na resistência à fratura de dentes molares tratados endodonticamente com cavidades MOD com e sem | In vitro | 75 molares - Intacto - MOD + TENC - MOD + TENC + Espigão fibra de vidro | Máquina de teste universal | Resistência à fratura média (N): ○ Intacto: 4289.8 (+/- 1128.9) A ○ MOD + TENC: |

| | | | | | |
|----------------------------|---|----------|---|----------------------------|--|
| | restaurações em RC | | <ul style="list-style-type: none"> - MOD + TENC + RC - MOD + TENC + PCFV | | <p>549.6 (+/- 120.7) B</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ MOD + TENC + Espigão fibra de vidro: 1474.8 (+/- 338.1) C ○ MOD + TENC + RC: 1224.7 (+/- 236.0) C <p>MOD + TENC + PCFV: 2645.4 (+/- 675.1) D</p> |
| Chang et al. 2009 (11) | Comparar a resistência à fratura das EC e coroa clássica suportada com PCFV + RC | In vitro | <p>20 pré-molares</p> <ul style="list-style-type: none"> - PCFV + RC - EC | Submetidos à TCML | <p>Resistência à fratura:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ PCFV + RC: 1163,30 ± 163,15 A <p>EC: 1446,68 ± 200,34 B</p> |
| Rodrigues et al. 2010 (12) | Avaliar a resistência à fratura num molar com preparação MOD com PCFV unidireccional ou múltiplos | In vitro | <p>90 molares</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intacto - MOD - MOD + TENC - MOD + TENC + RC - MOD + TENC + PCFV unidireccional <p>MOD + TENC + PCFV em feixe</p> | Máquina de teste universal | <p>Resistência à fratura média (N):</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Intacto: 4960 A ○ MOD: 1926.20 B ○ MOD + TENC: 612.84 C ○ MOD + TENC + RC: 1813.9 B ○ MOD + TENC + PCFV unidireccional: 1879.1 B ○ MOD + TENC + |

| | | | | | PCFV múltiplos: 2024,5 B |
|--------------------------|---|----------|---|---|--|
| Lin et al. 2011 (13) | Avaliar as tensões mvM e resistência a fratura de um pré-molar com preparação MOD e três configurações de restauração de cerâmica | In vitro | Três modelos 3D de pré-molar <ul style="list-style-type: none"> - inlay de cerâmica, - EC - Coroa convencional | FEA. Os valores das tensões principais máximas em MPa foram avaliados. Os valores de resistência a fratura foram registados através dos sinais de emissão acústica (AE) | Resistência à fratura média (N): <ul style="list-style-type: none"> o Inlay = 946±404N A o EC = 1085±400 N B o Coroa convencional = 1126±128N B Tensões máximas mvM (MPa): <ul style="list-style-type: none"> o Inlay = 44,35 (Esmalte); 10,15 (dentina); 74,75 (cimento) o EC = 6,73 (esmalte) 3,95 (dentina) – 5,81 (cimento) Coroa = 6,43 (dentina); 15,73 (cimento) |
| Biacchi et al. 2011 (14) | Comparar a resistência à fratura entre EC e coroas PCFV | In vitro | 20 molares: <ul style="list-style-type: none"> - 10 PCFV e RC - 10 EC | Submetidos à força de compressão oblíqua, num ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente, até fratura. | Resistência à fratura média (N): <ul style="list-style-type: none"> o EC: 674,75 A PCFV: 469,90 B |
| Dejak et al. 2013 (15) | Comparar tensões equivalentes em molares restaurados com EC e PC | In vitro | 4 modelos 3D de molares: <ul style="list-style-type: none"> - dente intacto - EC; | FEA. Os valores das tensões principais máximas em megapascals | Tensões máximas mvM (MPa): <ul style="list-style-type: none"> o Intacto = 10,7 (Esmalte) |

| | | | | | |
|-------------------------------|---|---------|---|----------------------------|--|
| | | | - PCFV; - PCM Coroas LDS | (MPa) foram avaliados | 3,4 (dentina) ○ EC = 16,5 (Esmalte) 2,6 (dentina) - 1,8 Mpa (cimento) ○ PCFV + RC = 21,0 (Esmalte); 3,7 (dentina); 0,18 (Espigão); 2,9 (cimento) PCM = 17,6 (Esmalte) 3,2 (dentina) 49,5 (Espigão); 2,1 (cimento) |
| Ozyoney et al. 2013 (16) | Avaliar a taxa de sobrevivência das restaurações EC em molares | In vivo | 50 molares com EC | Follow up até 4 anos | Taxas de sobrevivência (%): 92% (46/50) |
| Otto Mörmann et al. 2015 (17) | Avaliar a taxa de sobrevivência de coroas convencionais e EC em pré-molares e molares tratados endodonticamente | In vivo | 55 pacientes - 40 coroas sem espigão, 25 EC | Follow up até 12 anos | A estimativa de sobrevivência de 12 anos: ○ Coroas sem espigão: 95% nos molares e 94,7% nos pré-molares. (A) EC: 90,5% em molares e 75% em pré-molares. (A) |
| Botto et al. 2016 (18) | Avaliar a performance clínica das EC em molares e premolares. | In vivo | 11 EC 2 Premolares 9 Molares | Follow up de 8 até 19 anos | Taxa de sucesso (%): ○ PM: 100 (2/2) M: 90,9 (8/9) |

| | | | | | |
|--------------------------------|---|----------|---|---|--|
| Guo et al. 2016 (19) | Avaliar a resistência à fratura de pré-molares tratados endodonticamente e restaurados com EC e coroas PC convencionais. | In vitro | 30 pré-molares - intactos; - EC; - PCFV. Coroas LDS | Submetidos à TCML e à carga compressiva oblíqua de 45 ° até a fratura. | Resistência à fratura média (N): ○ Intacto: 997±166N A ○ EC: 479,1 B PCFV: 510±191 B |
| Helal et al. 2017 (20) | Comparar as tensões equivalentes e de contato num molar restaurado por dois métodos: EC de cerâmica e coroas de cerâmica suportadas por PCFV e RC | In vitro | Três modelos 3D de um primeiro molar: - intacto sem restauração; - EC - PCFV | Carga mastigatória normal foi simulada em FEA. Os Valores das tensões principais máximas em MPa foram avaliados | Tensões máximas mvM (MPa): ○ Intacto = 6.27 (Esmalte) 3.54 (dentina) ○ EC = 8.85 (Esmalte) 10.8 (dentina) - 3.36 (cimento) PCFV + RC = 21,0 (Esmalte); 9.96 (dentina); 6.6 (Espigão); 3.1 (cimento) |
| Atash et al. 2017 (21) | Comparar a resistência à fratura entre EC, coroas PCFV e PCM | In vitro | 30 pré-molares: - 10 EC, - 10 PCFV - 10 PCM Coroas em IPS | Forças de cisalhamento aplicadas até haver fratura | Resistência à fratura média (N): ○ EC = 1717.17 ± 481.13 A ○ PCFV = 1132 ± 179 B PCM = 1109 ± 63 B |
| Belleflamme et al. 2017 (5) | Avaliar a taxa de sobrevivência e sucesso das EC em pré-molares e molares | In vivo | 99 casos em premolares e molares. | As taxas de sucesso EC foram avaliadas segundo os critérios FDI após um período médio de observação | Taxa de sobrevivência (%) • M: 83,93 (47/56) A PM: 97.56 (40/41) A |

| | | | | | |
|---------------------------------------|--|----------|--|---|---|
| | | | | de 44,7 ± 34,6 meses | |
| Einhorn et al. 2017 (22) | Avaliar o efeito da presença da férula na resistência à fratura de EC em molares | In vitro | 36 molares - EC sem ferula - EC com ferula - EC com ferula de 2mm | TCML | Resistência à fratura média (N): ○ EC 0mm: 638.5 (238.5) A ○ EC 1mm: 1101.0 (487.0) B ○ EC 2mm: 956.3 (294.5) B Stress a fratura (MPa): ○ 6.13 (1.7) A ○ 7.85 (3.3) A 6.32 (1.8) A |
| Fages et al. 2017 (23) | Analisar os resultados clínicos de 447 reconstruções durante um período funcional de 7 anos. | In vivo | - 212 coroas convencionais em molares - 235 EC em molares | Follow up até 7 anos | Taxas de sucesso (%) ○ Coroas: 98,66%. EC: 99,78% |
| Fernandes da Fonseca et al. 2018 (24) | Avaliar a distribuição de tensões em pré-molares tratados endodonticamente e reabilitados com PCFV, EC com diferentes alturas de endo-core e build-up RC sem espigão | In vitro | Um modelo 3D de pré-molar: - PCFV - EC com diferentes endocores (4,5mm/5,5mm/6,5mm) - Build-up sem espigão com 1,5mm férula | FEA. Cargas oblíqua e uma axial foram aplicadas. Os valores das tensões principais máximas em MPa foram avaliados | 1. Carga oblíqua: fator de altura não influencia a distribuição de tensões entre os EC avaliados. Carga axial: Quanto maior a altura do EC, menor a concentração de estresse nas três estruturas |

| | | | | | |
|---------------------------|---|----------|---|--|--|
| Rocca et al. 2018 (25) | Avaliar os limites de fadiga de EC e integridade marginal apos TCML com endocore de 2 e 4 mm e coroas suportadas por PCFV para pré-molares. | In vitro | 48 pré-molares - Overlay: no endocore - EC 2mm core - EC 4mm core Coroas em LDS | Submetidos à TCML. As margens foram analisadas antes e depois a carga. | Nenhuma diferença na integridade marginal e resistência a fratura apos TCML entre grupos EC e PCFV |
| Rayyan et al. 2019 (6) | Comparar resistência à fratura EC, PCFV c/férula, PCFV s/férula | In vitro | 27 molares: - 9 EC, - 9 PCFV f- - 9 PCFV f+ Coroas em LDS | Submetidos à TMCL até fratura. | Resistência à fratura média (N): ○ PCFV f+: 491,13 (±6,93) A ○ PCFV f- 458,57 (±5,26) B EC: 584,48 (±5,8) C |
| Lin et al. 2020 (26) | Avaliar as tensões nas raízes de molares tratados endodonticamente restaurados por EC e coroas tradicionais com PC | In vitro | Um molar em modelo 3D - EC de 2 mm, - EC de 4 mm - Coroa PC Zr e LDS Materiais de pilar e núcleo: - PCFV - aço inoxidável (SS) PCM | FEA. Uma carga axial de 600 N foi aplicada à fossa central da superfície oclusal. Os valores das tensões principais máximas em MPa foram avaliados | Tensões máximas mvM (MPa): ○ SS: 70,8 A ○ PCM: 71,4 A ○ PCFV 36,0 B ○ EC 2,4 C |
| Ezzeldin et al. 2020 (27) | Comparar o desempenho clínico de EC versus os PCFV e RC usados na restauração do primeiro molar permanente tratado endodonticamente | In vivo | 28 pacientes de 10 a 13 em molares - 14 EC - 14 PCFV + RC | Follow-up aos 3, 6, 9 e 12 meses. | EC: 100% sobrevivência ao longo de todos os períodos de acompanhamento PCFV mostrou diminuição na taxa de sobrevivência |

| | | | | | |
|----------------------------|---|----------|--------------------------------------|--------------------|---|
| | | | | | ao longo do tempo: <ul style="list-style-type: none"> • 3 meses: 100%; • 6 meses: 97%; • 9 meses: 86%; 12 meses: 66% |
| Hassouneh et al. 2020 (28) | Avaliar resistência à fratura de pré-molares com EC fabricados com diferentes materiais | In vitro | 60 pré-molares - 30 EC - 30 PC | Submetidos à TMCL. | PC e EC sobreviveram ao TCML Melhores resultados: EC RC e PCZr |

Tabela 1: Principais resultados da pesquisa

Os principais resultados são apresentados a seguir:

- As EC parecem ser uma alternativa excelente para reabilitar molares com TENC com valores de resistência à fratura entre 584,48-1101(487) N; o PCFV entre 469-1126(128) N (6,13,22,29)
- Relativamente aos pré-molares, alguns estudos *in vitro* apresentam resultados inconclusivos por não serem estatisticamente diferentes entre eles na maioria dos estudos. Os valores de resistência a fratura variam entre 479N até 1717 (481) N com EC e entre 510N até 1163 (163) N com PCFV/PCM (11,13,19,21,28)
- Relativamente aos valores obtidos das tensões de Von Mises, verificamos que a EC reduz o stress no esmalte e dentina em pré-molares e molares. Na EC o esmalte tem valores de stress no esmalte: 6,73-16,5 MPa, na dentina: 2,6-3,95 MPa, no cimento: 1,8-5,81 MPa; o PCFV no esmalte: 21 MPa, na dentina: 3,7-9,96 MPa, no cimento: 2,9-15,73 MPa, no espigão: 0,18-6,6 MPa; o PCM no esmalte: 17,6 MPa, na dentina: 3,2 MPa, no cimento: 2,1 MPa, no espigão: 49,5 MPa (13,15,20,24,27)
- Relativamente à taxa de sobrevivência da EC temos resultados entre 84-100% em molares e 75-100% em pré-molares em diferentes períodos de follow-up; o PC demonstrou taxas entre 66-98% (5,16-18,23,27)

4 - DISCUSSÃO

O preparo da EC consiste numa margem circunferencial de 1.0-1.2 mm de profundidade e uma cavidade de retenção central dentro da câmara pulpar. A coroa e o núcleo são uma estrutura única e não recebem suporte dos canais radiculares. A profundidade deve ser de pelo menos 3mm. (11)

Uma férula define-se como "*estrutura dentária remanescente de 360 graus da coroa em torno as paredes paralelas da dentina estendendo-se coronal ao ombro da preparação*", esta cria um efeito protetor, pelo que é aconselhada para prevenir a fratura da raiz e ajudar a fornecer resistência ao deslocamento. A sua altura deve ser de 1,5-2,0 mm acima da margem gengival para a coroa se agarrar. (4, 29–34)

Uma das vantagens das EC é que não precisa de efeito ferrule, enquanto na reabilitação com PC é imprescindível. Deste modo, esta opção de reabilitação torna-se particularmente útil em dentes com estrutura supragengival comprometida. (5,6,23,25,29)

O estudo *in vitro* de Einhorn et al. (22) avaliou o desempenho mecânico de EC realizadas pela preparação clássica contra EC realizadas sobre preparações com efeito férula. Os autores concluíram que as EC com efeito férula demonstraram significativamente uma maior resistência às cargas de fratura apesar de não haver diferenças no stress induzido pelas mesmas. Mais estudos deverão ser realizados de forma a perceber se a preparação standard deve ser alterada (32)

4.1 Resistência à fratura

Os dentes endodunciados posteriores são seis vezes mais suscetíveis à fratura quando comparados com os vitais desde que não restaurados por coroas fixas. (3) A resistência a fratura quer PC quer EC são menores em comparação ao dente intacto (1-3)

A resistência à fratura é o fator decisivo para determinar a longevidade de uma restauração na cavidade oral. Restaurações com alta resistência à fratura têm taxas de sobrevivência previsivelmente altas sob as forças mastigatórias. (35)

O uso da análise de elementos finitos (FEA) na reabilitação oral ajuda a compreender as características dos componentes individuais das coroas dentárias protéticas. Uma das ferramentas mais utilizadas para determinar as tensões é a aplicação da lei de Von Mises para estudar a distribuição das tensões em materiais dúcteis. O programa expressa os resultados na forma de uma escala cromática de cores que variam do azul (valores mínimos) ao vermelho (valores máximos). Se a tensão de Von Mises de um material sob carga for igual ou maior que o limite de fadiga do mesmo material sob tensão simples, o material irá ceder. (36)

Estudos relataram que o uso dos retentores intrarradiculares estão indicados para prover a reabilitação estética e funcional em dentes com TENC que perderam 50% ou mais de sua estrutura coronária. (3,4,8,33,37). Apesar disto, Morgano et al. (38) constatou que a indicação dos espigões é manter o núcleo e não reforçar o dente tratado com canal radicular.

De acordo com a revisão sistemática de estudos in vitro do Sedrez-Porto et al. (7), em relação aos resultados da resistência à fratura em dentes posteriores, as restaurações EC parecem ter um desempenho melhor quando comparadas às outras restaurações. Vários fatores podem estar associados a este resultado, tais como as diferenças na configuração / desenho, espessura e módulos elásticos que EC têm em comparação com os sistemas convencionais. Primeiro, a férula, que pode causar a perda de esmalte sadio e dentina tecidos que seriam importantes para a ligação adequada da restauração; em segundo lugar, a espessura da porção oclusal do EC varia de 3 a 7 mm, diferentemente do convencional coroas que variam de 1,5 a 2 mm apenas e quanto maior a espessura oclusal do restauração, maior a resistência à fratura do sistema, fazendo com que as EC sejam mais propensas a resistir à carga oclusal do que coroas convencionais. As restaurações EC podem variar sua extensão ao nível da câmara pulpar (endocores), a fim de promover maior retenção na restauração. Nenhuma diferença significativa na fratura resistência foi relatada entre EC com extensões da câmara pulpar de 2,5 ou 5 mm (39)

4.1.1. Resistência à fratura em molares

A literatura sobre a abordagem PC em molares ainda é controversa. Por um lado, Beltrão et al. (10) demonstrou que em preparações MOD de molares endodonciados o PCFV e núcleo em RC aumentou significativamente a resistência à fratura em relação aos molares restaurados por RC sem retenção na raiz. Rodrigues et al. (12), afirma ao contrário que o uso de PCFV unitário ou múltiplo em molares MOD não resulta em diferenças significativas em comparação a uma restauração em RC. Explica também que a resistência à deflexão cúspidea ocorre por causa do sistema adesivo e da resina composta e não por causa da fibra de vidro, que é incapaz de fortalecer as cúspides. Além disso, para o autor, a ausência do teto da câmara pulpar torna o dente mais suscetível a fraturas.

Quando comparamos a resistência à fratura os estudos geralmente concordam no facto que os molares beneficiam da restauração tipo EC (5–7,16,18,26,27,29,30,32) provavelmente porque tem uma câmara pulpar maior, recebem menores forças laterais ou oblíquas e maiores forças axiais e tem coroa mais larga que alta. (5,6,30,32)

Rayyan et al. (6) demonstrou que em molares uma restauração EC tem maior resistência à fratura em respeito a PCFV e core em resina sem espigão. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Biacchi et al. (14) onde as EC demonstraram-se mais resistentes as forças compressivas respeito aos PCFV.

A espessura da porção oclusal de cerâmica de EC é geralmente 3-7 mm. Um estudo in vitro mostra que a resistência à fratura da cerâmica as coroas aumentam com o aumento da espessura oclusal (11)

Os resultados encontrados neste trabalho dependem principalmente dos tipos de forças aos quais foram submetidos: na maior parte deles as forças eram diretamente perpendiculares à superfície oclusal do dente. Quando este tipo de força é exercida os molares pelas causas referidas anteriormente darão obviamente melhores resultados em comparação aos pré-molares. Os valores mais baixos foram encontrados no estudo de Biacchi et al. (14) que aplicou a força com um ângulo de 135° relativamente à superfície oclusal.

4.1.2. Resistência à fratura em pré-molares

Os resultados *in vitro* nos pré-molares foram contrastantes. Segundo uma revisão sistemática recente de Govare et al. (30), o uso recomendado de EC para pré-molares requer mais estudos, especialmente ensaios clínicos, para corroborar os resultados relatados nos estudos *in vitro*.

Chang et al. (11) num estudo em pré-molares encontrou que EC tinha maior resistência à fratura que PCFV com uma diferença significativa. Resultados semelhantes foram encontrados por Atash et al. (21): neste estudo encontrou-se uma maior resistência à fratura na EC e nenhuma diferença entre PCFV e PCM. Houve um número maior de fraturas favoráveis no PCFV e o EC e não apresentou de forma estatisticamente significativa fraturas mais desfavoráveis.

Hassouneh et al. (28) sugere que as EC em pré-molares podem ser tão eficazes quanto PC, desde que haja uma preparação, seleção de materiais e protocolos de adesão adequados.

Outras conclusões foram tiradas por Forberger et al (9). o qual afirma que com base na comparação de valores de continuidade marginal após teste TCML, o uso de PC é recomendado para melhorar a resistência à tensão de coroas de cerâmicas à base de LDS colocadas em pré-molares tratados endodonticamente. Os valores de resistência à fratura para EC e PCFV foram quase os mesmos.

Rocca et al. (25) num estudo em pré-molares comparou EC com coroas convencionais, concluíram que ao restaurar pré-molares desvitalizados extremamente destruídos, as estratégias adesivas devem ser acopladas a uma retenção macromecânica na raiz.

Guo et al. (19) também afirma que na restauração de pré-molares mandibulares, o EC não apresenta vantagens na resistência à fratura quando comparado ao método convencional.

Os pré-molares estão sujeitos a forças laterais e de cisalhamento durante a mastigação normal mais do que as oclusais. Para além disto, os pré-molares tem uma estrutura coronária e da raiz muito mais delgada e menos robusta que os molares. Estes tipos de força são mais difíceis de serem reproduzidos *in vitro* e os resultados encontrados neste trabalho variam de acordo com o ângulo com o qual a força foi exercida. (1)

Entre os 4 estudos que compararam diretamente EC e PCFV em pré-molares, os valores mais baixos de resistência à fratura foram encontrados no estudo de Guo et al. (19) que exercitou uma força oblíqua a 45° em relação ao centro das duas cúspides em direção à cúspide vestibular de pré-molares maxilares. Atash et al. (21) e Forberger et al. (9) também exercitaram a força com a mesma angulação e encontraram resultados muito diferentes: Atash reporta um resultado médio de 1717 (481) N por EC e 1132 (179) N por PCFV; Forberger 1107 (217) N por EC e 1092 (307) por PCFV. (21). Estas diferenças podem ser devidas ao tipo de preparo, a cerâmica e ao cimento utilizados. Chang et al. (11) por outro lado exercitou uma força diretamente paralela ao longo eixo do dente no meio da fossa central das duas cúspides, dando resultados de 1446 (200) N em EC e 1163 (163) N em PCFV, demonstrando que as EC são mais resistentes a estes tipos de forças.

4.2 Tensões máximas de von Mises

A abordagem com EC parece criar menores tensões nas interfaces com dentina e esmalte, o que também leva a uma menor probabilidade de fratura por cargas mastigatórias. (15,20,26)

Segundo Dejak et al. (15) menores tensões mvM na dentina surgiram num molar restaurado com EC, enquanto no PCFV + RC, os valores de tensão equivalente na dentina aumentaram 42%. As tensões de contato de tração na interface adesivo-cimento-dentina em torno aos espigões de fibra alcançaram valores 4 vezes mais altos do que sob EC e tensões de cisalhamento aumentaram duas vezes. Os mesmos resultados foram encontrados por Helal et al. 2017 (20). Lin et al. (26) afirma que os EC reduziram a concentração de tensões na parede interna do canal radicular e que os molares restaurados com EC são menos propensos a fraturas radiculares do que aqueles com espigões.

No estudo seguinte do mesmo autor Lin et al. (13) observaram-se os mesmos resultados em pré-molares com preparação MOD: os valores de tensão no esmalte, dentina e cimento para restaurações EC foram menores em comparação às outras abordagens.

Fernandes da Fonseca et al. (24) avaliou com FEA a concentração de stress ao receber cargas oblíquas e axiais em pré-molares restaurados por EC de diferentes endocores, PCFV ou por build-up em RC sem espigão. Em relação aos resultados para carga oblíqua, observou-se esse fator de altura da EC não influenciou a distribuição de tensões, embora na interface do cimento, bem como na dentina radicular, a tensão de tração foi diretamente proporcional à altura das restaurações. Na avaliação dos resultados sob carga axial, observa-se um resultado inverso: quanto maior a altura do endocore, menor a concentração de stress nas três estruturas em avaliação. Quanto mais a restauração está na câmara pulpar, maior é o braço de alavanca quando sujeito a uma carga oblíqua, e conseqüentemente, maior o número de falhas. O autor concluiu que quando uma restauração EC é realizada em pré-molares, há uma tendência de falha na linha de cimento e na raiz diretamente proporcional ao seu tamanho, no entanto, independentemente do tamanho do elemento a ser reconstituído, a direção axial das cargas mastigatórias tende a diminuir o stress de concentração.

4.3 Follow-ups em estudos *in vivo*

De acordo com uma revisão sistemática (30) que analisou 33 estudos *in vitro* e 8 estudos *in vivo*, os pré-molares nos estudos clínicos demonstraram uma taxa de falha maior que os molares. Contudo, o autor não incorporou critérios rígidos para o período de acompanhamento, resultando na inclusão de quatro estudos de curto prazo com períodos de revisão de apenas seis meses.

Segundo outra revisão sistemática (32) de 4 estudos clínicos com parâmetros semelhantes, a taxa de sucesso dos molares restaurados por EC varia em molares de 72,73% a 99,57% e pré-molares variaram de 68,75% a 100%. Os resultados de uma meta-análise dos quatro estudos não encontrou nenhuma diferença estatisticamente significativa na taxa de falhas EC entre molares e pré-molares.

No estudo conduzido por Otto Mörmann et al. (17), a estimativa de sobrevivência de 12 anos das coroas convencionais foi de 95% nos molares e 94,7% nos pré-molares. EC mostraram 90,5% de sobrevivência em molares e 75% em pré-molares. Estatisticamente, as diferenças entre as estimativas de sobrevivência não foram significativas ($P > 0,05$). A longevidade das coroas de embora os EC de pré-molares tenderam a apresentar maior risco de falha.

A presença de hábitos parafuncionais como bruxismo ou outros fatores de risco oclusais são uma das principais causas do insucesso clínico das restaurações em dentes com TENC (1-3), contudo, num estudo *in vivo* de Belleflamme et al. (5), as taxas de sobrevivência das EC foram de 99,0% mesmo na presença destes fatores de risco.

Botto et al. (18) também obteve taxas de sucesso muito altas no seu estudo clínico de EC em pré-molares (100% em amostra de apenas 2 EC) e molares (90,9%). Neste estudo com uma amostra pequena, 70% dos pacientes tinham ou tiveram história de parafunção como bruxismo ou disfunção temporomandibular e esta variável não pareceu influenciar o resultado clínico. Isto pode também ser devido ao facto que a maior parte dos indivíduos eram mulheres, as quais produzem menores forças mastigatórias.

Ezzeldin et al. (27) comparou o desempenho clínico de EC versus PCFV usados na restauração do primeiro molar permanente tratado endodonticamente em crianças com follow ups até 12 meses. Quanto à descolagem e fratura da restauração, o EC mostrou 100% de sobrevivência ao longo de todos os períodos de acompanhamento, enquanto o PCFV mostrou diminuição na taxa de sobrevivência ao longo do tempo. Embora mais estudos com uma maior amostra e um acompanhamento de longo prazo ainda são necessários, o EC podem ser uma opção de restauração permanente para TENC do primeiro molar permanente em idade jovem com altas taxas de sucesso.

5 - CONCLUSÕES

Na restauração de molares extensamente destruídos endodonciados, os resultados clínicos e *in vitro* concordam que as EC são uma boa opção de tratamento. As tensões exercitadas nos tecidos dentários foram menores do que no PC. Excelentes taxas de sobrevivência foram relatadas a curto, médio e longo prazo para molares restaurados. O desempenho clínico também é satisfatório e comparável ao observado para molares restaurados por coroas PC.

Na reabilitação de pré-molares com EC, os estudos clínicos mostram resultados mais díspares sendo necessário um maior número de estudos para estudar o verdadeiro desempenho clínico desta abordagem neste tipo de dentes. Esses resultados clínicos inconclusivos devem, por outro lado, ser comparados com os resultados do estudo *in vitro*.

Taxas de sobrevivência, resistência à fratura e distribuição de stress dos EC em pré-molares segundo estes estudos são geralmente comparáveis às observadas para PC e coroas convencionais.

Em comparação com as coroas convencionais PC, as EC são fáceis de aplicar e requerem um curto tempo clínico, baixo custo, menor tempo de consulta, facilidade de aplicação e propriedades estéticas são as vantagens dos EC. Além disso, EC também são uma alternativa em dentes com coroas clínicas curtas, canais radiculares calcificados, curvos ou curtos que impossibilitam a aplicação de espigões.

Surpreendentemente, embora o conceito de EC tenha sido introduzido há mais de vinte anos, muitos médicos ainda usam PC para restaurar dentes posteriores tratados endodônticamente com extensa perda coronária. A abordagem do PC tem como objetivo melhorar a retenção da restauração, mas tem sido demonstrado que esta opção de tratamento enfraquece a estrutura do dente removendo uma quantidade significativa de tecidos dentais coronais e radiculares saudáveis.

6 - BIBLIOGRAFIA

1. Shelley A. Restoration of Endodontically-Treated Posterior Teeth. *Prim Dent J.* 2017 Feb 28;6(1):54–61.
2. Mannocci F, Cowie J. Restoration of endodontically treated teeth. *Br Dent J.* 2014 Mar;216(6):341–6.
3. Polesel A. Restoration of the endodontically treated posterior tooth. *G Ital Endodonzia.* 2014 Jun 1;28.
4. Abu-Awwad M. A modern guide in the management of endodontically treated posterior teeth. *Eur J Gen Dent.* 2019 Jan 9;8(3):63.
5. Belleflamme MM, Geerts SO, Louwette MM, Grenade CF, Vanheusden AJ, Mainjot AK. No post-no core approach to restore severely damaged posterior teeth: An up to 10-year retrospective study of documented endocrown cases. *J Dent.* 2017 Aug;63:1–7.

6. Rayyan MR, Alauti RY, Abanmy MA, AlReshaid RM, Ahmad HAB. Endocrowns versus post-core retained crowns for restoration of compromised mandibular molars: an in vitro study. *Int J Comput Dent.* :6.
7. Sedrez-Porto JA, Rosa WL de O da, da Silva AF, Münchow EA, Pereira-Cenci T. Endocrown restorations: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016 Sep;52:8–14.
8. Rocca G, Krejci I. Crown and post-free adhesive restorations for endodontically treated posterior teeth: from direct composite to endocrowns. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent.* 2013 Jun 1;8:156–79.
9. Forberger N, Göhring TN. Influence of the type of post and core on in vitro marginal continuity, fracture resistance, and fracture mode of lithia disilicate-based all-ceramic crowns. *J Prosthet Dent.* 2008 Oct 1;100(4):264–73.
10. Beltrão MCG, Spohr AM, Oshima HMS, Mota EG, Burnett LH. Fracture strength of endodontically treated molars transfixed horizontally by a fiber glass post. *Am J Dent.* 2009 Feb;22(1):9–13.
11. Chang C-Y, Kuo J-S, Lin Y-S, Chang Y-H. Fracture resistance and failure modes of CEREC endo-crowns and conventional post and core-supported CEREC crowns. *J Dent Sci.* 2009 Sep;4(3):110–7.
12. Rodrigues FB, Paranhos MPG, Spohr AM, Oshima HMS, Carlini B, Burnett LH. Fracture resistance of root filled molar teeth restored with glass fibre bundles. *Int Endod J.* 2010 May;43(5):356–62.
13. Lin C-L, Chang Y-H, Pai C-A. Evaluation of failure risks in ceramic restorations for endodontically treated premolar with MOD preparation. *Dent Mater.* 2011 May 1;27(5):431–8.
14. Biacchi G, Basting R. Comparison of Fracture Strength of Endocrowns and Glass Fiber Post-Retained Conventional Crowns. *Oper Dent.* 2012 Mar 1;37(2):130–6.
15. Dejak B, Młotkowski A. 3D-Finite element analysis of molars restored with endocrowns and posts during masticatory simulation. *Dent Mater.* 2013 Dec 1;29(12):e309–17.

16. Ozyoney G, Yan Koğlu F, Tağtekin D, Hayran O. The efficacy of glass-ceramic onlays in the restoration of morphologically compromised and endodontically treated molars. *Int J Prosthodont.* 2013 Jun;26(3):230–4.
17. Otto T, Mörmann WH. Clinical performance of chairside CAD/CAM feldspathic ceramic posterior shoulder crowns and endocrowns up to 12 years. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):147–61.
18. Botto B, Luis J. Endocrowns: A retrospective patient series study, in an 8-to-19-year period. *Odontostomatología.* 2016;18(28):45-56.
19. Guo J, Wang Z, Li X, Sun C, Gao E, Li H. A comparison of the fracture resistances of endodontically treated mandibular premolars restored with endocrowns and glass fiber post-core retained conventional crowns. *J Adv Prosthodont.* 2016 Dec;8(6):489–93.
20. Helal M, Wang Z. Biomechanical Assessment of Restored Mandibular Molar by Endocrown in Comparison to a Glass Fiber Post-Retained Conventional Crown: 3D Finite Element Analysis. *J Prosthodont.* 2017 Oct 1;28.
21. Atash R, Arab M, Duterme H, Cetik S. Comparison of resistance to fracture between three types of permanent restorations subjected to shear force: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2017 Sep;17(3):239–49.
22. Einhorn M, DuVall N, Wajdowicz M, Brewster J, Roberts H. Preparation Ferrule Design Effect on Endocrown Failure Resistance. *J Prosthodont.* 2019;28(1):e237–42.
23. Fages M, Bennasar B. The endocrown: a different type of all-ceramic reconstruction for molars. *J Can Dent Assoc.* 2013;79:d140.
24. da Fonseca GF, de Andrade GS, Dal Piva AM de O, Tribst JPM, Borges ALS. Computer-aided design finite element modeling of different approaches to rehabilitate endodontically treated teeth. *J Indian Prosthodont Soc.* 2018;18(4):329–35.
25. Rocca GT, Daher R, Saratti CM, Sedlacek R, Suchy T, Feilzer AJ, et al. Restoration of severely damaged endodontically treated premolars: The influence of the endo-core length on marginal integrity and fatigue resistance of lithium disilicate CAD-CAM ceramic endocrowns. *J Dent.* 2018 Jan 1;68:41–50.

26. Lin J, Lin Z, Zheng Z. Effect of different restorative crown design and materials on stress distribution in endodontically treated molars: a finite element analysis study. *BMC Oral Health*. 2020 Aug 18;20(1):226.
27. Ezzeldin N, Mahrous A, Moghazy H. Clinical performance of endocrowns vs. glass fiber post in restoring endodontically treated first permanent molar in children; a randomized controlled trial with 1 year follow-up. *Egypt Dent J*. 2020 Jan 22;63:1971:1979.
28. Hassouneh L, Jum'ah AA, Ferrari M, Wood DJ. Post-fatigue fracture resistance of premolar teeth restored with endocrowns: An in vitro investigation. *J Dent*. 2020 Sep;100:103426.
29. Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule Effect: A Literature Review. *Journal of Endodontics*. 2012 Jan;38(1):11–9.
30. Govare N, Contrepois M. Endocrowns: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2020 Mar;123(3):411-418.e9.
31. Lin C-L, Chang Y-H, Pa C-A. Estimation of the risk of failure for an endodontically treated maxillary premolar with MODP preparation and CAD/CAM ceramic restorations. *J Endod*. 2009 Oct;35(10):1391–5.
32. Thomas RM, Kelly A, Tagiyeva N, Kanagasingam S. Comparing endocrown restorations on permanent molars and premolars: a systematic review and meta-analysis. *Br Dent J*. 2020 Nov 12;
33. Batista VE de S, Bitencourt SB, Bastos NA, Pellizzer EP, Goiato MC, dos Santos DM. Influence of the ferrule effect on the failure of fiber-reinforced composite post-and-core restorations: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020 Feb;123(2):239–45.
34. Mamoun JS. On the ferrule effect and the biomechanical stability of teeth restored with cores, posts, and crowns. *Eur J Dent*. 2014;8(2):281–6.
35. Göktürk H, Karaarslan EŞ, Tekin E, Hologlu B, Sarıkaya I. The effect of the different restorations on fracture resistance of root-filled premolars. *BMC Oral Health*. 2018 Nov 29;18(1):196.

36. Bramanti E, Cervino G, Lauritano F, Fiorillo L, D'Amico C, Sambataro S, et al. FEM and Von Mises Analysis on Prosthetic Crowns Structural Elements: Evaluation of Different Applied Materials. Flanagan D, editor. *The Scientific World Journal*. 2017 Apr 3;2017:1029574.
37. Kalburge V, Yakub SS, Kalburge J, Hiremath H, Chandurkar A. 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 J Dent Res Off Publ Indian Soc Dent Res*. 2013 Apr;24(2):193–8.
38. Morgano SM, Rodrigues AHC, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am*. 2004 Apr;48(2):vi, 397–416.
39. Pedrollo Lise D, Van Ende A, De Munck J, Umeda Suzuki TY, Cardoso Vieira LC, Van Meerbeek B. Biomechanical behavior of endodontically treated premolars using different preparation designs and CAD/CAM materials. *J Dent*. 2017 Apr;59:54–61.