

SISTEMAS DE RETENÇÃO INTRARRADICULAR: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E COMPORTAMENTO BIOMECÂNICO

INNER ROOT RETENTION SYSTEMS: THEORETICAL CONSIDERATIONS AND BIOMECHANICAL BEHAVIOR

Leonardo Bueno **TORCATO**¹
Eduardo Piza **PELLIZZER**²
Marcos Rogério de **MENDONÇA**³
Mayara Barbosa **FERREIRA**¹
Andressa Paschoal **AMOROSO**¹
Rosse Mary **FALCÓN-ANTENUCCI**⁴

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão da literatura científica atual, a fim de discutir o comportamento biomecânico e as características inerentes tanto aos núcleos metálicos fundidos, quanto aos pinos pré-fabricados utilizados na prática restauradora dos dentes endodonticamente tratados. Para a identificação dos estudos dessa revisão, foi realizada uma estratégia de busca detalha e avançada para os bancos de dados *PubMed* e *Medline*. Foram utilizados como descritores: *endodontically treated teeth*, *post*, *core*, *fiber post* e *metal post*. Os critérios de inclusão foram: artigos clínicos, estudos controlados aleatórios, estudos *in vitro*, revisões de literatura e revisões sistemáticas com e sem meta-análise dos últimos 10 anos, que abordassem o tema proposto. Os critérios de exclusão foram: artigos sem resumo, estudos em animais, artigos cujo idioma não fosse o inglês e artigos de periódicos que não pertencessem à área odontológica. De um total de 211 artigos, após uma análise segundo o critério de inclusão e exclusão, foram selecionados 65 artigos. A maioria da literatura científica atual indica que os pinos pré-fabricados reforçados por fibras e os pinos cerâmicos deveriam ser indicados para os dentes endodonticamente tratados que apresentem uma altura mínima de 2mm de fêrula. Já os núcleos metálicos fundidos, juntamente com os pinos pré-fabricados metálicos representam uma boa opção protética, quando os dentes a serem restaurados apresentam-se enfraquecidos por qualquer motivo. Apesar do grande número de pesquisas, ainda há uma carência de estudos prospectivos em longo prazo que avaliem a efetividade desses pinos no tratamento de dentes tratados endodonticamente.

UNITERMOS: Biomecânica, Cimentação, Fraturas dos dentes, Endodontia, Técnica para retentor intra-radicular

INTRODUÇÃO

Os pinos e núcleos intrarradulares foram, originalmente, projetados para fornecer retenção e resistência mecânica à restauração coronária, quando a estrutura dentária remanescente apresenta-se inadequada^{2,51}. Atualmente, muitas opções estão disponíveis para a reconstrução de dentes endodonticamente tratados, porém, a decisão clínica torna-se complicada em decorrência de fatores que contribuem para o enfraquecimento adicional desses

dentes associado ao comprometimento dos condutos radiculares. Essas situações ocorrem comumente quando de lesões cariosas, fraturas, reabsorções radiculares internas, sobrepreparo dos condutos radiculares ou técnica inadequada para remoção de determinado sistema de retenção intrarradicular prévio³³.

Tradicionalmente, o método consagrado para a restauração dos dentes tratados endodonticamente, baseava-se na utilização dos núcleos metálicos

1 Mestrando(a) do Curso de Pós-graduação em Odontologia, área de concentração – Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

2 Professor Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

3 Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Infantil e Social, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

4 Doutora em Odontologia, área de concentração – Prótese Dentária, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

fundidos, entretanto, a crescente demanda por restaurações estéticas na Odontologia, levou ao desenvolvimento de sistemas de retenção intrarradicular do tipo metal-free e de coloração semelhante a dos dentes naturais que, juntamente com os pinos metálicos pré-fabricados, representam uma alternativa viável de tratamento restaurador nos dias atuais^{2,21}.

Apesar das críticas constantes, os núcleos metálicos fundidos têm sido utilizados há décadas, já que são indicados para casos corriqueiros, onde a quantidade de estrutura dentária perdida é significativa e uma retenção máxima é requerida; são muito versáteis, permitem uma melhor adaptação ao conduto radicular, no que se refere às diferenças das configurações e angulações existentes das raízes, além de comportamento satisfatório em muitos estudos clínicos em longo prazo^{36,55}. Entretanto, esse método de restauração convencional apresenta desvantagens biológicas e mecânicas, como alto módulo de elasticidade, excessiva redução da estrutura dentária, perda de retenção e fraturas radiculares^{33,57}, devido à diferença extrema de rigidez entre o núcleo e a dentina radicular, quando da concentração de estresses dentro da raiz¹⁰.

De acordo com a Classificação dos Pinos segundo Scotti e Ferrari⁵², os pinos pré-fabricados podem ser divididos em: pinos metálicos, pinos cerâmicos e pinos reforçados por fibra. Os pinos metálicos estão associados a uma estética inferior, à descoloração gengival e dentária por corrosão, à biocompatibilidade duvidosa e à susceptibilidade à fratura radicular. Já os pinos não-metálicos, os cerâmicos e os reforçados por fibra, fornecem estética superior, estabilidade de cor, ausência de corrosão e alguns desses (reforçados por fibras) apresentam módulo de elasticidade semelhante aos tecidos dentários, portanto, a distribuição das tensões pode ser favorecida^{30,52,55}.

Devido ao fato de que a escolha de um apropriado sistema de retenção intrarradicular para a restauração coronária de dentes endodonticamente tratados permanece controverso, uma vez que é influenciada por diversos fatores, como restauração da estética e da função, estrutura dentária remanescente, forma do pino e propriedades mecânicas^{43,47,61}, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão da literatura científica, a fim de discutir o comportamento biomecânico e as características inerentes a cada tipo de pino/núcleo utilizado durante a prática odontológica restauradora atual.

MATERIAL E MÉTODO

Para a identificação dos estudos incluídos ou considerados nesta revisão, foi realizada uma estratégia de busca detalhada e avançada no banco de dados *PubMed* e *Medline*. Foram utilizados como descritores: *endodontically treated teeth*, *post*, *core*, *fiber post* e *metal post*. Todos os descritores utilizados

foram cruzados através da utilização de artigos booleanos durante a pesquisa. Os critérios de inclusão foram: artigos clínicos, estudos controlados aleatórios, estudos *in vitro*, revisões de literatura e revisões sistemáticas com e sem meta-análise dos últimos 10 anos, que abordassem o comportamento biomecânico e as características inerentes aos núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados. Os critérios de exclusão foram: artigos sem resumo, estudos em animais, artigos cujo idioma não fosse o inglês ou o português e artigos de periódicos que não pertencessem à área odontológica. De um total de 35 artigos, após uma análise segundo os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 23 artigos. Os dados foram analisados, cruzados e debatidos para a realização da redação com os resultados concludentes.

REVISÃO DE LITERATURA

Núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados: background

O núcleo metálico fundido tem sido considerado como o 'gold standard' na restauração de dentes tratados endodonticamente, devido às suas vantagens e à sua superior taxa de sucesso ao longo dos anos⁵⁶. Todavia, com o avanço da Indústria na área da Odontologia, sistemas de retenção intrarradicular inovadores surgiram para a restauração de dentes não-vitais. Introduzidos em 1990, os pinos reforçados por fibras foram, rapidamente, aceitos pelos clínicos, devido ao módulo de elasticidade desses que é semelhante ao da dentina, às altas taxas de sucesso sem a ocorrência de fraturas radiculares¹⁹ e à simplificação do processo restaurador, já que todos os passos necessários para a sua confecção podem ser feitos em uma única sessão clínica²².

Os pinos reforçados por fibras podem ser considerados compósitos reforçados, nos quais as fibras estão incorporadas em uma matriz de resina epóxica ou de metacrilato e um agente intermediário como o silano, utilizado para unir esses dois componentes. O diâmetro e a densidade das fibras, assim como a adesão entre elas e a matriz influenciam, estritamente, a qualidade do pino e as suas propriedades mecânicas⁶³. Além disso, o comportamento mecânico dos pinos de fibra é definido como anisotrópico, uma vez que esses apresentam propriedades físicas diversas, quando submetidas a cargas advindas de diferentes direções, o que permite que o módulo de elasticidade dos pinos seja de valor variável em relação à direção das cargas¹⁸.

Dentre os pinos pré-fabricados, os pinos metálicos podem ser confeccionados em ligas áuricas, de latão, de aço ou de uma composição mais recente, o titânio; podem apresentar superfície lisa ou em ranhura e são fixadas com cimento⁶⁴. Já os pinos em materiais cerâmicos e os fabricados à base de dióxido de zircônio pertencem ao grupo dos pinos

cerâmicos, os quais foram introduzidos ao mercado com o objetivo de resolverem os problemas estéticos e de corrosão apresentados pelos pinos metálicos, porém, não eliminaram os problemas estruturais, devido à sua rigidez; dentre suas vantagens, apresenta uma boa estabilidade química, alta resistência à flexão (900-1200 MPa) e módulo de elasticidade semelhante ao do aço inoxidável (200 MPa)^{26,46}.

Comportamento biomecânico Estudos *in vitro*

Hu et al.³⁰ avaliaram a resistência à fratura e o modo de falha de dentes endodonticamente tratados restaurados com quatro tipos de pino: núcleo metálico fundido, liga de Au-Pd, paralelo e serrado; pino de aço inoxidável, paralelo e serrado; pino de fibra de carbono reforçado, paralelo e serrado; pino cerâmico, paralelo e serrado. Todos os pinos pré-fabricados apresentaram núcleo de resina composta. Os autores concluíram que não houve uma diferença significativa da carga de falha entre todos os grupos testados e o modo de falha envolveu, predominantemente, a fratura radicular, entretanto, essa foi mais catastrófica no grupo restaurado com os pinos cerâmicos e núcleo de resina composta. Apesar das fraturas radiculares serem desfavoráveis, esses pinos foram considerados clinicamente aceitáveis.

Em contraposição, os estudos de Sidoli et al.⁵³ e de Martinez-Insua et al.³⁷ relataram que os dentes restaurados com pinos metálicos mostraram resistência à fratura significativamente maior do que os pinos de fibra de carbono reforçados. Isso é explicado pelo fato de que há uma correlação entre a resistência à fratura dos dentes e a rigidez dos pinos⁷ e o módulo de elasticidade do pino de fibra de carbono são semelhantes ao da dentina, de acordo com as afirmações do fabricante. Por outro lado, Cornier et al.¹⁴ relataram que, apesar das diferenças de rigidez entre os pinos metálicos, de fibra de carbono e cerâmicos, não houve uma diferença significativa na resistência à fratura entre os grupos testados, uma vez que receberam restaurações coronárias, em comparação com aqueles sem a coroa, o que levaram a concluir que a presença da coroa é mais importante do que a própria rigidez dos pinos.

Maccari et al.³³ observaram que a resistência à fratura dos dentes com condutos radiculares amplos restaurados com núcleos metálicos fundidos foi duas vezes maior do que aquela apresentada com pinos de fibra de vidro ou de carbono. Com relação ao modo de falha, a utilização de núcleos metálicos fundidos resultou em fraturas radiculares irreversíveis, na sua maioria, tais como oblíquas ou horizontais que envolveram o terço médio das raízes, enquanto que a utilização dos pinos de fibra resultou em modos de falhas reparáveis, sem qualquer fratura radicular, nem mesmo no terço cervical.

Já Al-Wahadni et al.³ relataram valores da carga de fratura estatisticamente maiores para os dentes

restaurados com pinos de titânio, em comparação àqueles restaurados com pinos de fibra de carbono e pinos de fibra de vidro. Com relação ao modo de falha dos pinos de titânio, 86,67% das fraturas foram de natureza catastrófica, uma vez que 70% dessas envolveram raiz e pino, enquanto 16,67% envolveram apenas a raiz do dente restaurado.

Em consideração aos estudos anteriores, é sabido que os núcleos metálicos fundidos e os pinos de titânio apresentam um alto módulo de elasticidade e alta resistência à flexão, dessa forma, essas propriedades permitem que o pino resista a grandes quantidades de estresses antes que se flexione e transmita a carga para a raiz do dente restaurado³, o que explica a maior resistência desses sistemas à fratura. Por outro lado, os pinos reforçados por fibra de vidro, de quartzo e de carbono apresentam rigidez semelhante, uma vez que apresentam fibras arranjadas longitudinalmente em uma matriz de resina epóxi, as quais diminuem os estresses pela mudança de suas orientações sob carregamento⁴⁴. Além disso, outra possível explicação é que os pinos reforçados por fibras apresentam módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que facilita a dissipação dos estresses¹.

Estudos anteriores concluíram que o efeito do jateamento com partículas de sílica aumentou a resistência à união do cimento resinoso aos pinos de zircônia, pinos de fibra de vidro e pinos de titânio^{11,62}, assim, um aprimoramento da resistência à união entre o pino e a dentina radicular deveria resultar em uma maior resistência à fratura de todo o complexo. Em outras palavras, quanto menor a retenção e adaptação do pino ao conduto radicular, menor a resistência à fratura do dente endodonticamente tratado⁵⁴.

Por outro lado, Toman et al.⁶⁰ concluíram que o jateamento com partículas de sílica sobre a superfície dos pinos de zircônia e de fibra de vidro resultou em uma diminuição estatisticamente significativa da resistência à fratura desses últimos, enquanto que os pinos de titânio com o mesmo tratamento de superfície apresentaram a mais alta resistência à fratura dentre todos os grupos testados. Além disso, Özcan e Valandro⁴⁵ concluíram que, em situações em que o remanescente coronário está ausente, os pinos de titânio apresentaram os mais elevados valores de resistência à fratura, quando utilizados para restauração de dentes endodonticamente tratados, com variação do tratamento de superfície, em comparação aos pinos reforçados por fibras de vidro e de polietileno.

Essas diferenças relatadas entre os estudos se devem, principalmente, à utilização de dentes humanos, já que apresentam uma grande variação, no que se refere ao tamanho e às propriedades mecânicas⁴⁰, freqüentemente culminando em desvios padrões altos. As mudanças da dentina causadas pelo teor de água, condição da polpa antes da extração dentária, idade do paciente e a própria composição da dentina também podem afetar o padrão

de fratura do dente em questão, quando esse é submetido ao carregamento experimental⁶⁰.

Em uma revisão de literatura realizada por Fokkinga et al.²¹, os núcleos metálicos fundidos apresentaram cargas de falhas maiores do que os pinos pré-fabricados reforçados por fibras, enquanto que os pinos cerâmicos, as mais baixas. Já os modos de falhas foram significativamente mais favoráveis com os pinos reforçados por fibras do que com os núcleos metálicos fundidos. Por outro lado, os resultados controversos no que se refere à baixa carga de falha dos pinos cerâmicos, podem ser explicados pelo fato de que a resistência à fratura desses pinos é influenciada por diversos fatores. Assim, de acordo com Cormier et al.¹⁴, a resistência à fratura do pino cerâmico com união à estrutura dentária e sem núcleo de preenchimento foi de 101.5N; quando realizado núcleo de preenchimento foi de 179.7N e quando, além disso, somou-se a restauração coronária, a resistência à fratura foi de 238.8N. Porém, de acordo com Özkurt et al.⁴⁶, a resistência à fratura do pino cerâmico com núcleo de resina varia de 300 a 700N, porém, quando acrescenta-se um coping cerâmico, esse valores variam entre 800 e 1500N.

Ayad et al.⁸ avaliaram a efetividade da solução irrigadora, tipo de pino e material utilizado para reforço radicular sobre a resistência à fratura de dentes endodonticamente tratados, cujas paredes apresentavam-se finas e puderam concluir que, dentre todas as soluções testadas, o ácido láctico 10% e 20%, além do EDTA 15% possibilitaram um aumento da resistência à fratura dos dentes restaurados sem diferença significativa entre eles; as paredes finas dos dentes poderiam ser reforçadas, significativamente, com a inserção de uma camada intermediária de compósito, a exceção do cimento de ionômero de vidro; os pinos pré-fabricados testados não interferiram na resistência das paredes finas dos condutos radiculares.

A irrigação do conduto radicular com ácido láctico ou com EDTA resultou em uma maior resistência à união entre a dentina e o compósito utilizado, uma vez que são capazes de remover toda a *smear layer* e não apenas a porção orgânica, como ocorre com a utilização da solução de hipoclorito de sódio¹⁷. Após a remoção da *smear layer* e de hidroxiapatita, forma-se uma rede rica em colágeno na superfície da dentina desmineralizada para interação com o sistema adesivo resinoso, o que favorece a formação de uma camada híbrida^{12,15} necessária para união da dentina radicular ao compósito, com o objetivo de favorecer o reforço e colocação de um pino em dentes endodonticamente tratados com paredes finas⁸.

Com relação ao compósito utilizado para reforçar as paredes internas do dente restaurado, o cimento de ionômero de vidro mostrou-se desfavorável, uma vez que suas propriedades mecânicas foram incapazes de evitar a sua ruptura durante o carregamento experimental em regiões onde não havia

evidência de que os *tags* resinosos realmente formaram. Dessa forma, a utilização de adesivo resinoso, previamente, poderia ter atuado como uma barreira, o que pode ter interferido, negativamente, na troca de íons que ocorre entre o cimento de ionômero de vidro e a estrutura dentária⁸.

Estudos clínicos

Schmitter et al.⁵¹ avaliaram, através de seu estudo prospectivo controlado randomizado, a influência das características clínicas principais na sobrevivência de 2 sistemas de pinos. Relataram que a taxa de sobrevivência dos pinos reforçados por fibras de vidro foi de 93,5%, enquanto que a dos pinos metálicos parafusados foi de 75.6%, o que demonstra que esses dados estão de acordo com os resultados obtidos por outros estudos^{38,42}. Por outro lado, os pinos metálicos foram associados com mais complicações desfavoráveis, como a fratura radicular¹⁴ e a sua taxa de sobrevivência foi influenciada pelo grau de destruição coronária, a qual pode ser considerada como um fator de risco para esse tipo de pino.

Naumann et al.⁴³ compararam, através de seu estudo clínico piloto randomizado de grupos paralelos, os resultados clínicos dos pinos pré-fabricados de titânio com os pinos reforçados por fibras de vidro, quando cimentados com cimento resinoso auto-adesivo universal, após um acompanhamento de 36 meses (média de meses: 27.9 +/- 5.6). Nenhuma falha foi observada entre os 88 pacientes acompanhados e foi possível concluir que, tanto o pino de titânio, quanto o pino de fibra de vidro obtiveram sucesso com os resultados do tratamento após 2 anos. Os resultados favoráveis obtidos podem ser explicados pelo fato de que todos os dentes apresentavam uma fêrula de 2mm, a efetividade de união entre dentina e o pino, através da utilização do cimento resinoso auto-adesivo universal foi confirmado por estudos *in vitro* recentes^{16,25} e a superfície dos pinos foram submetidos a jateamento com partículas de sílica e silano, procedimento esse também já confirmado pela literatura por aumentar a resistência de união entre o pino e o cimento⁵⁰.

Em uma revisão de literatura a respeito dos resultados clínicos dos pinos reforçado por fibras, Cagidiaco et al.¹³ puderam concluir que estudos controlados randomizados indicam uma superioridade dos pinos de fibra comparados aos pinos metálicos, entretanto, essa evidência não pode ser considerada conclusiva, já que há uma escassez de estudos clínicos controlados randomizados que investigassem os resultados desses pinos frente à tratamentos de controle diferentes; estudos clínicos prospectivos recentes indicam que a colocação de uma pino de fibra tem papel importante na proteção contra as falhas das restaurações, especialmente em condições com destruição substancial coronária; o tipo de falha mais comum que afeta os pinos reforçados por fibra é a perda da retenção adesiva, enquanto a fratura radicular

mostra-se como um evento raro que afeta dentes restaurados com esses tipos de pinos.

Malferrari et al.³⁴ realizaram um estudo clínico prospectivo de acompanhamento por um período de 30 meses para avaliar a aceitabilidade de pinos reforçados por fibra de quartzo para restauração de dentes endodonticamente tratadas e obtiveram uma taxa de sucesso de 98,3%, sem qualquer relato de fratura radicular, enquanto 1,7% das falhas foram representadas pela falha na adesão entre o cimento e as paredes dentinárias do conduto radicular, entretanto, devido ao fato de terem ocorrido durante a fase provisória, as restaurações foram substituídas.

Apesar de que a porcentagem de falhas observadas pelo estudo anterior tenha sido baixa, uma vez que representou apenas 3 casos dos 180 dentes restaurados, deve-se levar em consideração que essa pode estar relacionada às falhas provocadas pelo operador durante a cimentação, no que se refere ao excesso ou à falta de material para prover uma adesão melhor do pino às paredes internas do conduto radicular. O cimento, quando em excesso, pode ter provocado uma alteração do comportamento mecânico do complexo resina-pino-cimento ou, quando escasso, pode ter levado à formação de uma camada fina e/ou não-uniforme ao redor do pino. Soma-se a isso, o fato de que, nessa pesquisa, os dentes não apresentavam uma férula de 2mm, necessária para evitar falhas relacionadas à cimentação, como também auxiliar na obtenção de altas taxas de sucesso^{6,34}.

Em um estudo clínico prospectivo de acompanhamento por 87 meses realizado por King et al.³¹, avaliou-se os pinos reforçados por fibras de carbono em comparação com os pinos pré-fabricados convencionais e concluiu-se que os pinos de fibra de carbono cimentados com cimento resinoso não apresentam um desempenho favorável, já que todas as restaurações falharam e só exibiram uma resposta melhor ao cimento de fosfato de zinco. Essas falhas podem estar relacionadas ao molhamento do pino de fibra de carbono, devido à absorção de líquidos proveniente dos tecidos adjacentes, uma vez que, de acordo com o Clinical Research Associates (1998), a resistência desse pino diminuiu em 1/3 quando em contato com água.

Férula e remanescente coronário

Sorensen e Engelman⁵⁴ descreveram a férula como a extensão dentinária coronária da região oclusal da estrutura dentária até o ombro do preparo. Em virtude do fato de que a escolha de uma restauração apropriada para a restauração de um dente endodonticamente tratado é guiado pela resistência e estética²⁸, deve-se levar em consideração que a necessidade de um remanescente coronário de 1.5 a 2mm além da junção dente/núcleo é uma realidade confirmada por trabalhos de pesquisa para a obtenção de um adequado efeito da férula^{5,32,39}. Já Morgano e Brackett³⁹ sugeriram que quando a férula estava

ausente, as cargas oclusais tornariam-se concentradas na junção do pino e do núcleo com potencial para a fratura do pino.

Akkayan² analisou e comparou o efeito de 3 comprimentos de férula diferentes na resistência à fratura e ao padrão de fratura de dentes endodonticamente tratados e restaurados com coroa, variando-se o sistema de retenção intrarradicular por 4 diferentes tipos de pinos estéticos. Foi possível concluir que a variação entre 1 e 1.5mm para os pinos reforçados por fibras de vidro e por fibras de quartzo não produziu um aumento significativo da carga de falha; não houve diferença significativa para os pinos reforçados por fibras de vidro e pinos reforçados por fibras de vidro + zircônia, tanto para 1.5 quanto 2mm de altura da férula; a resistência à fratura foi maior para os 4 sistemas de pinos quando os grupos foram preparados com altura da férula de 2mm.

Já Qing et al.⁴⁹ concluíram que dentes endodonticamente tratados com uma altura da férula de 2mm e restaurados com pinos reforçados por fibras de vidro e pinos de zircônia com núcleos de resina, exibiram cargas de falhas significativamente mais baixas do que aqueles com núcleos metálicos fundidos. Entretanto, deve-se levar em consideração que as cargas de falhas variaram de 600.3 (mínima) a 1558.1N (máxima) para o grupo dos pinos pré-fabricados (grupo testado) e de 753.3 (mínima) a 2222.8N (máxima) para o grupo dos núcleos metálicos fundidos (grupo controle), com uma carga média de falha entre o grupo controle e o grupo testado de - 261.3 +/- 237.3N, o que não é significativamente diferente e relevante clinicamente, uma vez que, de acordo com a literatura, a força de mordida isolada de dentes anteriores em homens e mulheres jovens varia de 75 a 190N^{4,20,58}.

Sabe-se que a presença do efeito da férula favorece uma redistribuição dos estresses na superfície exterior do terço coronário da raiz, entretanto, quando ausente ou extremamente reduzido, as cargas oclusais podem levar à flexão do pino com eventual micromovimento do núcleo e, conseqüentemente, à microinfiltração e risco de cáries secundárias, devido à fratura do cimento na margem da coroa^{22,39}. Estudos prévios concluíram que com o efeito da férula, os diferentes tipos de pinos não tiveram influência na resistência à fratura de dentes restaurados com sistemas de retenção intrarradicular⁴⁸, dessa forma, a manutenção de uma altura da férula em 2mm, associado à mudança dos sistemas de pinos demonstram resultados favoráveis em contraposição às afirmações de Qing et al.⁴⁹.

Resistência à retenção

Em um estudo *in vitro* realizado por Hedlund et al.²⁷, a retenção de uma variedade de pinos pré-fabricados recentemente introduzidos no mercado odontológico foi avaliada. Observou-se que, para os dentes restaurados com o sistema CosmoPost (pino

cerâmico de zircônia estabilizada) e cimentado com cimento resinoso, foi necessária uma força menor do que aquela empregada para a remoção de núcleos metálicos fundidos com liga de ouro e cimentados com cimento de fosfato de zinco. Foi possível concluir que a retenção de pinos cerâmicos ao conduto radicular, através da cimentação com cimento resinoso, parece ser fraca e mais estudos são necessários para o aprimoramento da resistência à retenção desses pinos.

Por outro lado, Gallo et al.²⁴ compararam a resistência retentiva à tração de pino reforçados por fibras cimentados com cimento resinoso com os pinos de aço inoxidável cimentados com cimento de fosfato de zinco. A carga média de falha variou de 43.9 +/- 10.4kg para o grupo dos pinos de aço e 19.9 +/- 5.7kg para os pinos de fibra de 1mm de diâmetro. Foi possível concluir que os pinos de aço com 1,25mm de diâmetro e 9mm de comprimento, cimentados com cimento de fosfato de zinco, apresentaram retenção significativamente maior do que os pinos reforçados por fibras e cimentados com cimento resinoso; os pinos reforçados por fibras de 1,25mm ou 1,5mm de diâmetro apresentaram maior retenção em comparação com os de 1mm.

Os resultados desfavoráveis obtidos pelos pinos reforçados por fibras são devidos às limitações da pesquisa, uma vez que não havia remanescente coronário para favorecer a retenção da restauração pelo efeito da férula²³, inadequado preparo da superfície da dentina para a formação da camada híbrida⁴¹, profundidade da dentina e orientação dos túbulos dentinários⁶⁵, teor de umidade da superfície de união⁵⁹ e até mesmo o meio de armazenamento dos dentes extraídos.

CONCLUSÃO

A maioria da literatura científica atual indica que os pinos pré-fabricados reforçados por fibras e os pinos cerâmicos deveriam ser indicados para os dentes endodonticamente tratados que apresentam uma altura mínima de 2mm de férula, a fim de favorecer a redistribuição dos estresses e evitar rupturas da interface de adesão entre o pino e as paredes internas da raiz, já que representam os modos de falhas mais frequentes entres esses pinos, entretanto, deve-se lembrar que são categorizados como favoráveis.

Por outro lado, os núcleos metálicos fundidos, juntamente com os pinos pré-fabricados metálicos representam uma boa opção protética, quando os dentes a serem restaurados apresentam-se enfraquecidos por qualquer motivo (condutos amplos, escassez de remanescente), todavia, a relação desses sistemas com a fratura radicular é inevitável e muitas vezes catastrófica. Dessa forma, a praticidade e a simplificação do processo restaurador obtidas com os pinos não-metálicos, aliada à natureza branda dos seus modos de falhas, permitem uma maior aceitação desses últimos pelos clínicos, em comparação com os pinos metálicos.

Pesquisas têm apontado uma melhor efetividade dos pinos não-metálicos, quando associados a soluções irrigadoras mais potentes (EDTA, ácido láctico), a tratamentos de superfícies (jateamento com partículas de sílica) e a cimentação com cimentos resinosos. Apesar do grande número de pesquisas *in vitro* recentes que têm focado no estudo do comportamento biológico e mecânico dos pinos reforçados por fibras, ainda há uma carência de estudos prospectivos em longo prazo que avaliem a efetividade desses pinos no tratamento de dentes tratados endodonticamente.

ABSTRACT

The aim of this study was to review the current scientific literature to discuss the biomechanical behavior and characteristics inherent to both cast post and core and the prefabricated posts used in the practice of restoring endodontically treated teeth. To identify studies of this review, it was performed a detailed and advanced search strategy to the databases PubMed and Medline. It was used as descriptors: endodontically treated teeth, post, core, fiber post and metal post. Inclusion criteria were: clinical trials, randomized controlled trials, in vitro studies, literature reviews and systematic reviews with or without meta-analysis of the last 10 years that addressed the theme. Exclusion criteria were: articles without abstracts, animal studies, articles whose language was not English and articles from journals that do not belong to the Dentistry field. Of a total of 35 articles, after an analysis according to inclusion and exclusion criteria, 23 articles were selected. Most of the current scientific literature indicates that the prefabricated fiber reinforced and ceramic posts should be appointed for endodontically treated teeth that have a minimum height of 2mm ferrule. As for the cast metal cores, along with pre-fabricated metal represent a good prosthetic option, when weakened teeth have to be restored for any reason. Despite the large number of studies, there is still a lack of long-term prospective studies that evaluate the effectiveness of these posts in the treatment of endodontically treated teeth.

UNITERMS: *Post and core technique, biomechanics, Cementation, Tooth fractures, Endodontics*

REFERÊNCIAS

- 1 - Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. J Prosthet Dent. 2002; 87(4): 431-7.
- 2 - Akkayan B. An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. J Prosthet Dent. 2004; 92(2): 155-62.

- 3 - Al-Wahadni AM, Hamdan S, Al-Omiri M, Hammad MM, Hatamleh MM. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: in vitro study. *Oral Surg. Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106(2): 77-83.
- 4 - Anusavice KJ. *Phillips' science of dental materials.* 11. ed. St. Louis: Elsevier. 2003.
- 5 - Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *J Prosthet Dent.* 1993; 69(1): 36-40.
- 6 - Assif D, Pilo R, Marshak B. Restoring teeth following crown lengthening procedures. *J Prosthet Dent.* 1991; 65(1): 62-4.
- 7 - Assif D, Oren E, Marshak BL, Aviv I. Photoelastic analysis of stress transfer by endodontically treated teeth to the supporting structure using different restorative techniques. *J Prosthet Dent.* 1989; 61(5): 535-43.
- 8 - Ayad MF, Bahannan SA, Rosenstiel SF. Influence of irrigant, dowel type, and root-reinforcing material on fracture resistance of thin-walled endodontically treated teeth. *J Prosthodont.* 2011; 20(3): 180-9.
- 10 - Bolhuis P, De Gee A, Feilzer A. Influence of fatigue loading on four post-and-core systems in maxillary premolars. *Quintessence Int.* 2004; 35(8): 657-67.
- 11 - Bottino MA, Valandro LF, Scotti R, Buso L. Effect of surface treatments on the resin bond to zirconium-based ceramic. *Int J Prosthodont.* 2005; 18(1): 60-5.
- 12 - Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer JM, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mat.* 2003; 19(3):199-205.
- 13 - Cagidiaco MC, García-Godoy F, Vichi A, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Placement of fiber prefabricated or custom made posts affects the 3-year survival of endodontically treated premolars. *Am J Dent.* 2008; 21(3): 179-84.
- 14 - Cormier C, Burns D, Moon P. In vitro comparison of the fracture resistance and failure mode of fiber, ceramic, and conventional post systems at various stages of restoration. *J Prosthodont.* 2001; 10(1): 26-36.
- 15 - Carvalho RM, Yoshiyama M, Brewer PD, Pashley DH. Dimensional changes of demineralized human dentin during preparation for scanning electron microscopy. *Arch Oral Biol.* 1996; 41(4): 379-86.
- 16 - De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K, Lambrechts P. Four-year water degradation of a resin-modified glass-ionomer adhesive bonded to dentin. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112(1): 73-83.
- 17 - Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod.* 2005; 31(4): 293-6.
- 18 - Ferrari M, Vichi A, Grandini S, Goracci C. Efficacy of a self-curing adhesive-resin cement system on luting glass-fiber posts into root canals: an SEM investigation. *Int J Prosthodont.* 2001; 14(6): 543-9.
- 19 - Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason Pn. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2000; 13: 9B-13B.
- 20 - Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C, Tartaglia GM. Single tooth bite forces in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 2004; 31(1): 18-22.
- 21 - Fokkinga WA, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. *Int J Prosthodont.* 2004; 17(4): 476-82.
- 22 - Freeman MA, Nicholls JI, Kydd WL, Harrington GW. Leakage associated with load fatigue-induced preliminary failure of full crowns placed over three different post and core systems. *J Endod.* 1998; 24(1): 26-32.
- 23 - Freno JP. Guidelines for using posts in the restoration of endodontically treated teeth. *Gen Dent.* 1998; 46(5): 474-9.
- 24 - Gallo JR 3rd, Miller T, Xu X, Burgess JO. In vitro evaluation of the retention of composite fiber and stainless steel posts. *J Prosthodont.* 2002; 11(1): 25-9.
- 25 - Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso Pc, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: Comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112(4): 353-61.
- 26 - Guazzato M, Albakry M, Ringer SP, Swain MV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of allceramic materials. Part II. Zirconia-based dental ceramics. *Dent Mater.* 2004; 20(5): 449-56.
- 27 - Hedlund SO, Johansson NG, Sjogren G. A retrospective study of pre-fabricated carbon fibre root canal posts. *J. Oral Rehabil.* 2003; 30(10): 1036-40.
- 28 - Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post and-core systems. *J Prosthet Dent.* 2002; 87(4): 438-45.
- 30 - Hu YH, Pang LC, Hsu CC, Lau YH. Fracture resistance of endodontically treated anterior teeth restored with four post-and-core systems. *Quintessence Int.* 2003; 34(5): 349-53.
- 31 - King PA, Setchell DJ, Rees JS. Clinical evaluation of a carbon fibre reinforced endodontic post. *J Oral Rehabil.* 2003; 30(8): 785-9.

- 32 - Libman WJ, Nicholls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont.* 1995; 8(2): 155-61.
- 33 - Maccari PC, Cosme DC, Oshima HM, Burnett LH Jr, Shinkai RS. Fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19(1): 30-6.
- 34 - Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont.* 2003; 16(1): 39-44.
- 35 - Mannocci F, Ferrari M, Watson TF. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *J Prosthet Dent.* 2001; 85(3): 284-91.
- 36 - Martinez-Gonzalez A, Amigo-Borras V, Fons-Font A, Selvaotaolaurruchi E, Labaig-Rueda C. Response of three types of cast posts and cores to static loading. *Quintessence Int.* 2001; 32(7): 552-60.
- 37 - Martinez-Insua A, Da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent.* 1998; 80(5): 527-32.
- 38 - Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: A 2-year prospective study. *Int J Prosthodont.* 2003; 16(6): 593-6.
- 39 - Morgano SM, Brackett SE. Foundation restorations in fixed prosthodontics: current knowledge and future needs. *J. Prosthet. Dent.* 1999; 82(6): 643-57.
- 40 - Morgano SM, Milot P. Clinical success of cast metal posts and cores. *J Prosthet Dent.* 1993; 70(1): 11-6.
- 41 - Nakabayashi N, Ashizawa M, Nakamura M. Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: Durable bonding to vital dentin. *Quintessence Int.* 1992; 23(2): 135-41.
- 42 - Naumann M, Blankenstein F, Dietrich T. Survival of glass fibre reinforced composite post restorations after 2 years - An observational clinical study. *J Dent.* 2005; 33(4): 305-12.
- 43 - Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Reinforcement effect of adhesively luted fiber reinforced composite versus titanium posts. *Dent Mater.* 2007; 23(2): 138-44.
- 44 - Ottl P, Hahn L, Lauer HCH, Fay M. Fracture characteristics of carbon fibre, ceramic and nonpalladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. *J Oral Rehabil.* 2002; 29(2): 175-183.
- 45 - Ozcan M, Valandro LF. Fracture strength of endodontically-treated teeth restored with post and cores and composite cores only. *Oper Dent.* 2009; 34(4): 429-36.
- 46 - Ozkurt Z, Iperi U, Kazazođlu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dent Mater J.* 2010; 29(3): 233-45.
- 47 - Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M. Restoring endodontically treated teeth with posts and cores-a review. *Quintessence Int.* 2005; 36(9): 737-46.
- 48 - Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M. Corono-radicular reconstruction of pulpless teeth: A mechanical study using finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2002; 88(4): 442-8.
- 49 - Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J Prosthet Dent.* 2007; 97(2): 93-8.
- 50 - Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia. *J Adhes Dent.* 2003; 5(2): 153-62.
- 51 - Schmitter M, Rammelsberg P, Gabbert O, Ohlmann B. Influence of clinical baseline findings on the survival of 2 post systems: A randomized clinical trial. *Int J Prosthodont.* 2007; 20(2): 173-8.
- 52 - Scotti R, Ferrari M. Pinos de fibra: considerações teóricas e aplicações clínicas. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas; 2003.
- 53 - Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent.* 1997; 78(1): 5-9.
- 54 - Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1990; 63(5): 529-36.
- 55 - Stewardson DA. Non-metal post systems. *Dent Update.* 2001; 28(7): 326-32, 334, 336.
- 56 - Stockton LW, Williams PT. Retention and shear bond strength of two post systems. *Oper Dent.* 1999; 24(4): 210-6.
- 57 - Tait CM, Ricketts DN, Higgins AJ. Weakened anterior roots—intraradicular rehabilitation. *Br Dent J.* 2005; 198(10): 609-17.
- 58 - Tan PLB, Aquilino SA, Gratton DG, Stanford CM, Tan SC, Johnson WT, et al. In vitro fracture resistance of endodontically treated central incisors with varying ferrule heights and configurations. *J Prosthet Dent.* 2005; 93(4): 331-6.
- 59 - Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent.* 1996; 9(1): 43-8.
- 60 - Toman M, Toksavul S, Sarikanat M, Nergiz I, Schmage P. Fracture resistance of endodontically treated teeth: effect of tooth coloured post material and surface conditioning. *Eur J*

Prosthodont Restor Dent. 2010; 18(1): 23-30.

- 61 - Torbjorner A, Fransson B. A literature review on the prosthetic treatment of structurally compromised teeth. Int J Prosthodont. 2004; 17(3): 369-76.
- 62 - Valandro LF, Ozcan M, De Melo RM, Galhano GA, Baldissara P, Scotti R, et al. Effect of silica coating on flexural strength of fiber posts. Int J Prosthodont. 2006; 19(1): 74-6.
- 63 - Vano M. Dental materials and their clinical applications. [tese]. Siena: University of Siena, School of Dental Medicine; 2008.
- 64 - Wataha JC. Biocompatibility of dental cast alloys: a review. J Prosthet Dent. 2000; 83(2): 223-34.
- 65 - Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. J Dent Res. 1999; 78(4): 898-905.

Endereço para correspondência:

Leonardo Bueno Torcato
e-mail: leonardotorcato@yahoo.com.br
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
FOA/UNESP
Rua José Bonifácio, 1193 - Vila Mendonça,
CEP: 16015-050 - Araçatuba – SP