

# Resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente, reconstruídos com pinos de fibras de polietileno e com pinos biológicos

*Fracture strength of endodontically treated teeth reconstructed with woven polyethylene fiber posts and biological posts*

Oswaldo Bazzan KAIZER<sup>1</sup>

Gerson BONFANTE<sup>2</sup>

Luiz Fernando PEGORARO<sup>2</sup>

Rosane de Oliveira Fortes KAIZER<sup>1</sup>

Kátia Rodrigues REIS<sup>2</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a resistência e o padrão de fratura de dentes tratados endodonticamente com raízes estruturalmente enfraquecidas, reconstruídas com pinos de fibras de polietileno e pinos biológicos.

**Métodos:** Após remoção das coroas, sessenta caninos superiores tratados endodonticamente foram distribuídos em quatro grupos: 1) preparo convencional dos condutos e pinos de fibras de polietileno; 2) preparo convencional dos condutos e pinos biológicos; 3) condutos medianamente alargados e pinos biológicos; 4) condutos amplamente alargados e pinos biológicos. Os pinos foram cimentados com cimento resinoso Enforce (Dentsply Ind. e Com., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) e construiu-se a porção coronária com resina composta Ti-Core (Essential Dental Systems, S. Hackensack, NJ, USA). Os espécimes foram testados sob compressão em máquina de ensaios universal.

**Resultados:** Os valores de resistência à fratura obtidos foram: grupo 1 – 45,46kgf; grupo 2 – 53,30kgf; grupo 3 – 58,67kgf; grupo 4 – 47,91kgf, com diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 3 ( $p < 0,05$ ). Observou-se o seguinte padrão de fratura: grupo 1 – ampla predominância de fratura da porção coronária do núcleo; grupos 2 e 3 – padrão variado de fraturas; grupo 4 – todas as raízes fraturaram.

**Conclusão:** Ambos os pinos mostraram-se promissores para o uso proposto (adequada resistência à fratura e padrão de fraturas favorável). Os pinos biológicos parecem capazes de promover reforço das raízes, porém 100% das raízes amplamente alargadas fraturaram.

**Termos de indexação:** técnica para retentor intrarradicular; polietileno; resistência de materiais; teste de materiais.

## ABSTRACT

**Objective:** To investigate the fracture strength and mode of endodontically treated teeth with structurally weakened roots reconstructed with woven polyethylene fiber posts and biological posts.

**Methods:** After removing the crowns, 60 endodontically treated maxillary canines were distributed into 4 groups: 1) conventional root canal preparation and reconstruction with polyethylene fiber posts; 2) conventional root canal preparation and reconstruction with biological posts; 3) moderately flared root canals and reconstruction with biological posts; 4) widely flared root canals and reconstruction with biological posts. The posts were cemented with resin cement Enforce (Dentsply Ind. e Com., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) and the core was constructed with Ti-Core (Essential Dental Systems, S. Hackensack, NJ, USA) resin composite. The specimens were tested under compression in a universal testing machine.

**Results:** The following fracture strength values were obtained: Group 1 – 45.46kgf; Group 2 – 53.30kgf; Group 3 – 58.67kgf; Group 4 – 47.91kgf, with statistically significant differences between Groups 1 and 3 ( $p < 0.05$ ). The following fracture modes were observed: Group 1 – predominance of fracture of the coronal portion of the post; Groups 2 and 3 – various fracture patterns; Group 4 – all roots fractured.

**Conclusion:** Both posts were shown to be promising (adequate fracture strength and favorable pattern of fracture). Biological posts appear to be capable of reinforcing the root to some extent; however, fracture occurred in all roots with widely flared root canals.

**Indexing terms:** post and core technique; polyethylene; material resistance; compressive strength; materials testing.

## INTRODUÇÃO

A reconstrução de dentes endodonticamente tratados é um dos desafios da Odontologia Restauradora, pois geralmente toda ou a maior parte da coroa dentária foi

perdida por cárie, erosão, abrasão, restaurações anteriores, traumas e acesso endodôntico<sup>1,2</sup>. Se 50% ou mais da coroa dentária foi perdida, indica-se um pino intrarradicular para reter a restauração<sup>1,3</sup>. A busca por pinos mais estéticos e que realmente reforcem o remanescente dentário impulsionou a pesquisa de pinos não-metálicos de materiais com

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia. R. Tuiuti, 2121, Ap. 902, 97015-000, Santa Maria, RS, Brasil. Correspondência para/ Correspondence to: OB KAIZER (obekaizer@terra.com.br).

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia. Bauru, SP, Brasil

propriedades físicas similares as da estruturas dentária e capazes de aderir à mesma, ao agente cimentante e ao material de preenchimento coronário<sup>4</sup>, pela associação de fibras de alta resistência (carbono, polietileno, vidro ou quartzo) a matrizes resinosas<sup>4-5</sup>. As fibras de polietileno mais indicadas para pinos dentários<sup>5-7</sup> são as de superfície tratada por plasma de gás frio e arquitetura entrelaçada<sup>5,8-10</sup>. Pesquisas mostraram que dentes restaurados com pinos de fibras de polietileno fraturaram com forças maiores que as geradas intraoralmente e que houve redução significativa de fraturas radiculares devido ao uso dos mesmos<sup>8</sup>. As vantagens destes pinos são: preparo conservador, flexibilidade similar à da dentina, estética, adesividade e fácil remoção; são ideais para condutos alargados, onde núcleos fundidos ou pinos metálicos pré-fabricados são contraindicados<sup>11</sup>.

Também foi sugerida a utilização de pinos biológicos (obtidos a partir de dentes naturais)<sup>12</sup> que possuem propriedades similares às da estrutura perdida, biocompatibilidade, estética, ótima adaptação ao conduto e excelente adesão à estrutura dental e à resina composta. Um estudo demonstrou equivalente resistência à fratura entre raízes amplamente destruídas, reconstruídas com pinos biológicos e dentes com preparo convencional do conduto reconstruídos com núcleos fundidos; sua resistência foi 30% maior que a de dentes com raiz amplamente debilitada reconstruídos com núcleo fundido ou reconstruídos com resina composta e núcleo fundido<sup>12</sup>.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência e o padrão de fratura de raízes com diferentes graus de perda de estrutura dentária, de dentes reconstruídos com pinos de fibras de polietileno e com pinos biológicos.

## MÉTODOS

Distribuíram-se sessenta caninos superiores com coroa removida e endodonticamente tratados em quatro grupos (n=15): 1) preparo convencional dos condutos e pinos de fibras de polietileno; 2) preparo convencional dos condutos e pinos biológicos; 3) condutos medianamente alargados e pinos biológicos; 4) condutos amplamente alargados e pinos biológicos. O comprimento médio das raízes era de 15mm, com diâmetro cervical de 5-5.5mm no sentido méso-distal e de 7-7.5mm no sentido vestibulo-palatino. Fixaram-se as raízes em cilindros plásticos com resina acrílica autopolimerizável, mantendo-se 3mm da raiz exposta (Figura 1).

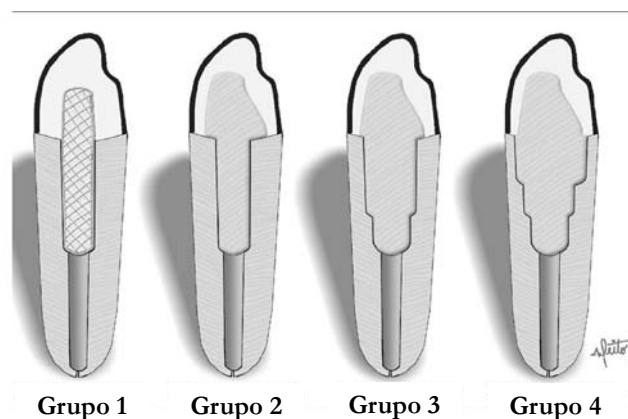


Figura 1. Representação esquemática dos grupos experimentais.

### Constituição dos grupos

*Grupo 1* – constituído de 15 núcleos com fitas de fibras de polietileno (Ribbond Inc., Seattle, USA) de 2mm de largura. O conduto foi parcialmente desobturado (8mm), alargado até a broca de Largo 4 (1.1mm de diâmetro) e limpo com EDTA a 24% (Biodinâmica Ltda., Ibitopora, PA) por três minutos, em seguida foi feita lavagem com água destilada por um minuto e secagem com cones de papel. Após condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos (Dentsply Ind. e Com., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brazil), seguido por lavagem abundante, secagem com suaves jatos de ar e cones de papel. Aplicou-se o sistema adesivo Scotchbond Multi-Use Plus (3M ESPE, Sumaré, Brazil) conforme recomendações do fabricante. Impregnaram-se com adesivo dois pedaços de Ribbond (35mm de comprimento), removendo-se o excesso com papel absorvente. Aplicou-se fina camada de cimento resinoso dual Enforce (Dentsply Ind. e Com., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brazil) sobre as fitas que eram cruzadas na embocadura do conduto e condensadas em seu interior com condensadores endodônticos. As pontas da fita, emergindo do conduto, eram torcidas com pinça hemostática para formar o pino e o conjunto fotopolimerizado (40 segundos cada face), aguardando-se seis minutos para a presa do cimento resinoso (Figura 2).

Utilizando-se matrizes de polipropileno obtidas em máquina plastificadora a vácuo, padronizou-se a forma e dimensão da porção coronária dos núcleos (5mm de altura e ombro de 1mm). Injetou-se resina composta autopolimerizável Ti-Core (Essential Dental Systems, S. Hackensack, NJ, USA) com seringa Centrix (Centrix Inc., Milford, USA) na matriz, que foi posicionada sobre o pino, e após seis minutos removeram-se os excessos com brocas diamantadas.

*Grupo 2* – preparo convencional dos condutos como no grupo 1 e confecção de pinos biológicos a partir de caninos inferiores hígidos, seccionados axialmente, conseguindo-se fatias de 20mm (comprimento) por 4mm (diâmetro). Tais fatias foram ajustadas aos condutos com brocas diamantadas e auxílio de evidenciador de contatos Arti-Spot 2 (Bausch, Nashua, NH, USA) e lupa de quatro aumentos. O tratamento adesivo da raiz e do pino biológico foram como no grupo 1. Aplicou-se fina camada de cimento resinoso Enforce (Dentsply Ind. e Com., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) sobre o pino, que foi assentado no conduto com pressão digital e mantido por seis minutos sob a carga de 2kg na prensa estática. Confeccionou-se a porção coronária do núcleo com Ti-Core (Essential Dental Systems, S. Hackensack, NJ, USA).

*Grupo 3* – alargamento mediano do conduto com brocas 1016HL (diâmetro de 1.8mm e 8mm de penetração) e 3017HL (diâmetro de 2.5mm e 5mm de penetração). Para orientar a confecção do pino biológico confeccionou-se um padrão de resina acrílica *Duralay*, cujo contorno era reproduzido com grafite sobre as superfícies de caninos inferiores, após desgaste inicial com brocas diamantadas; era utilizado evidenciador de contatos para o ajuste final. Após tratamento adesivo do conduto do pino biológico, este era preenchido com cimento resinoso Enforce (Dentsply Ind. e Com., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil), usando-se broca lentulo. Para cimentação do pino e confecção da porção coronária, empregaram-se as técnicas descritas no grupo 2.

*Grupo 4* – amplo alargamento do conduto com brocas 1016HL e 3017HL, e ainda, broca 3018 (diâmetro de 3mm e 3mm de penetração), mantendo-se a espessura das paredes da raiz no degrau cervical de apenas 0,5mm. Após o preparo, as raízes eram analisadas com lupa e desprezadas se houvessem trincas. As técnicas para confecção do pino biológico e da porção coronária do núcleo foram as mesmas do grupo 3. Na Figura 3 observa-se um pino biológico do grupo 4.

Os pinos foram confeccionados 24 horas após confecção dos espécimes (período em que estes foram conservados em água destilada a 37°C). Foram aplicadas cargas compressivas na máquina de ensaios (Dinamômetros Kratos Ltda., modelo K-2000MP, São Paulo, Brasil), à velocidade de 0,5mm/min, na região palato-incisal dos espécimes, em ângulo de 135° em relação ao longo eixo do dente (Figura 4). Os valores de resistência à fratura foram submetidos à Análise de Variância seguindo um critério que demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Os grupos estatisticamente diferentes entre si foram localizados com o teste de *Tukey*. O nível de significância adotado para análise estatística foi de 5%.

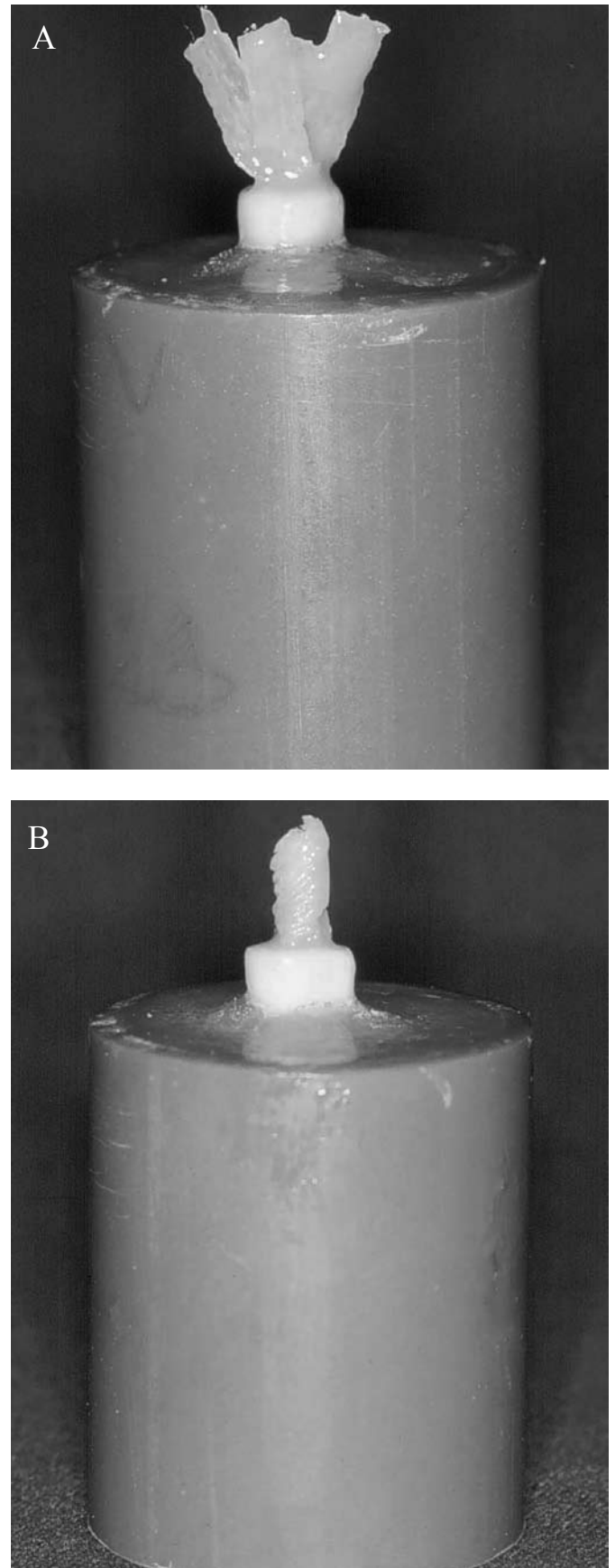


Figura 2. Confecção de pino de fibras de polietileno.



Figura 3. Porção radicular de pino biológico do grupo 4 já ajustada.

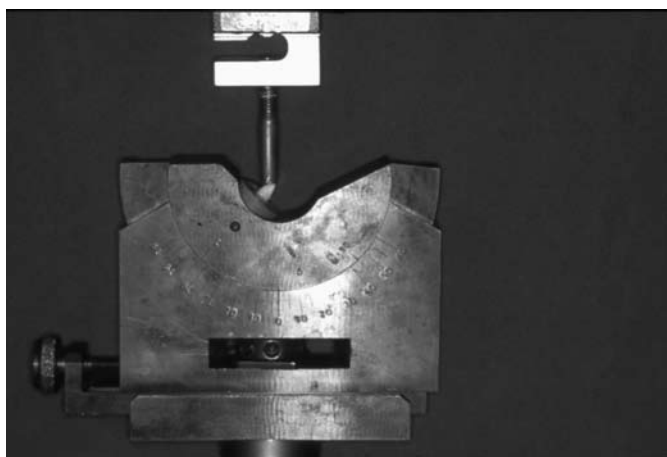


Figura 4. Carregamento de compressão formando ângulo de 1350 em relação ao longo eixo do dente.

Tabela 1. Média de resistência à fratura (em kgf) e desvio- padrão dos quatro grupos experimentais.

Grupos	Média	Desvio-padrão
1	45,46	9,72
2	53,3	10,66
3	58,67	16,23
4	47,91	10,45

Tabela 2. Padrão de fratura observado em cada grupo experimental.

Padrão de fratura	Grupo 1 (n = 15)	Grupo 2 (n = 15)	Grupo 3 (n = 15)	Grupo 4 (n = 15)
Terço cervical da raiz	2 (13,3%)	7 (46,6%)	6 (40%)	10 (66,6%)
Terço médio da raiz	0 (0,0%)	1 (6,6%)	1 (6,6%)	5 (33,3%)
Fratura do pino e/ou porção coronária da raiz	13 (86,6%)	7 (46,6%)	8 (53,3%)	0 (0,0%)

## RESULTADOS

Os valores de resistência e desvio-padrão obtidos após a aplicação da carga compressiva são apresentados na Tabela 1. O teste de *Tukey* para comparações múltiplas revelou diferença estatisticamente significativa somente entre os grupos 1 e 3 ( $p < 0,05$ ). Na Tabela 2, observa-se o padrão de fratura de cada grupo experimental. No grupo 1, a falha mais comum foi fratura da resina composta da porção coronária (houveram apenas duas fraturas radiculares). Nos grupo 2 e 3, padrão e porcentagem de fraturas radiculares foram similares. No grupo 4, 100% das raízes fraturaram (número de fraturas até o terço médio da raiz significativamente mais expressivo do que nos demais grupos). Nos grupos 1, 2 e 3, o tipo de falha mais comum foi adesiva (na interface dentina-cimento); no grupo 4, houve 50% de falhas adesivas na interface dentina-cimento e 40% de falhas do tipo combinado. A falha coesiva foi a mais rara (somente 10% nos grupos 1, 2 e 4 e nenhuma no grupo 3).

## DISCUSSÃO

Na década de 1990, diversos materiais foram propostos para substituir os pinos intraradiculares metálicos, destacando-se as fibras de carbono<sup>4,9,13-14</sup>, polietileno<sup>3,5,8,15-17</sup>, vidro e quartzo<sup>3,5,9,13,18</sup>. Tem-se tentado obter restaurações em monobloco pela adesão entre estruturas heterogêneas e pelo emprego de materiais com propriedades físicas similares às da dentina, alcançando reforço real da raiz<sup>4-5,9,11,19</sup>. Desta forma, haveria abraçamento interno da raiz pela adesão<sup>15</sup>, além de que pinos menos rígidos que a dentina transferem menor estresse para a raiz e, provavelmente, irão fraturar antes desta<sup>15,20</sup>.

Em raízes com conduto excessivamente alargado por cáries extensas, uso de núcleos volumosos, sobreinstrumentação endodôntica, rizogênese incompleta ou reabsorção interna, a restauração com núcleos metálicos fundidos pode ser inviável<sup>9,11,21</sup>, pois estes agem como cunha, precipitando a fratura radicular; já os pinos pré-fabricados adaptam-se imprecisamente aos condutos alargados<sup>3,11,21</sup>. A reconstrução dos condutos com resina composta proporcionou resultados animadores<sup>18,21-23</sup>, mas não recuperou a resistência original dos dentes à fratura<sup>12</sup>.

As fibras de polietileno mais indicadas para núcleos de preenchimento são as com tratamento superficial por plasma de gás frio (permite união química às resinas compostas)<sup>3,6-7,24-25</sup> e arqui-

tetura entrelaçada (reforço multidirecional da resina e distribuição do estresse)<sup>3,6-7,19</sup>, como as do grupo 1. O desvio-padrão ocorreu provavelmente pela dificuldade em padronizar a proporção fibras/cimento resinoso e a distribuição das fibras na resina. As vantagens destas fibras são: alto módulo de elasticidade<sup>6</sup>, alta resistência à tração<sup>6-7,19</sup>, baixa sorção de água (1%)<sup>6-7</sup>, alta maleabilidade<sup>5,7-8</sup>, ótima estética<sup>6</sup>, flexibilidade (dissipa estresse e minimiza o risco de fratura radicular)<sup>8</sup>, permitem preparo conservador do canal<sup>5,8</sup>, biocompatibilidade<sup>7</sup>, técnica em sessão única<sup>19</sup> e fácil remoção<sup>8</sup>. Estão bem indicadas para condutos amplos<sup>9</sup>, pois formam um monobloco com as raízes e impedem propagação de trincas já existentes<sup>11,20</sup>. A principal desvantagem é a técnica sensível. A resistência à fratura de pinos de polietileno é inferior a de outros tipos de pinos, mas clinicamente aceitável<sup>23</sup>, além de apresentar menos fraturas de raiz que núcleos metálicos fundidos<sup>12</sup>. Kimmel<sup>9</sup> indicou sua associação a um pino de fibra de vidro para reforçar dentes com canais largos. Uma pesquisa<sup>20</sup> mostrou resultado similar, comparando resistência à fratura de raízes ao se utilizar pinos de polietileno (fratura de 20% das raízes) e núcleos metálicos fundidos (fratura de 70% das raízes). Neste estudo a resistência à fratura de pinos de polietileno (45,46kgf) foi menor que nos outros grupos: 53,30kgf para grupo 2; 58,67kgf para grupo 3 e 47,91kgf para grupo 4 (Tabela 1), possivelmente pela alta deformação de tais fibras sob compressão<sup>26</sup>.

Observou-se diferença estatisticamente significativa somente entre os grupos 1 e 3 (o último com maior desvio-padrão que os demais grupos). As razões que contribuem para a variabilidade ao se trabalhar com dentes naturais são: grau de calcificação dos dentes; variações na dimensão dos dentes; no tamanho e localização dos condutos; variações na dentina (diferença no conteúdo de água, condições pulpares pré-extração, idade do paciente e microfraturas); e influência do preparo manual dos espécimes. Todos esses fatores duplicam a realidade clínica<sup>27</sup>. Porém, o comportamento dos quatro grupos quanto à resistência foi similar.

Recentemente, foi indicado o uso de pinos biológicos<sup>12,28</sup>, confeccionados com dentes naturais de Bancos de Dentes, para destruições coronárias extensas, superinstrumentação endodôntica, rizogênese incompleta e condutos alargados. Podem ser obtidos a partir de dentes unirradiculares permanentes ou decíduos, inclusive conóides, microdentes ou extranumerários e devem ser conservados em meio aquoso<sup>12,28</sup>. Um estudo encontrou resistência à fratura de raízes amplamente destruídas, reconstruídas com pinos biológicos, similar a de dentes com preparo convencional do conduto e reconstruídos com núcleo metálico fundido; sua resistência foi 30% maior que a de raízes debilitadas e reconstruídas somente com núcleo metálico fundido ou

reconstruídas com resina composta e núcleo metálico fundido<sup>12</sup>. Suas vantagens são: ótima adesão à resina composta e paredes do conduto, técnica conservadora, boa adaptação ao conduto alargado, menor concentração de estresse, estética, economia e técnica em sessão única. Ressalta-se que nenhum material restaurador supera as propriedades mecânicas e estéticas da estrutura dental. As desvantagens são: necessidade de banco de dentes e relativa dificuldade para preparo do pino<sup>12,28</sup>. É preciso autorização assinada do paciente, que deve ser esclarecido que o dente provém de doador humano, sendo esterilizado segundo normas confiáveis de Biossegurança. O receptor do pino biológico é também esclarecido sobre o fato de que esse material não ficará em contato com o meio oral. Recebidas tais informações, a grande maioria dos pacientes aceita o tratamento sem restrições.

Apesar dos resultados favoráveis de resistência e padrão de falha, ambos os pinos devem ser usados com cautela em casos de parafunção, trespasse vertical acentuado, pilares de prótese parcial fixa com espaço protético longo ou elementos em *cantilever* e pilares de prótese parcial removível com extensão distal. Levando-se em consideração que os valores do grupo 4 foram similares aos do grupo 1 e que os três grupos de pinos biológicos apresentaram comportamento similar, conclui-se que pinos biológicos realmente reforçam raízes debilitadas, podendo ser recomendados para condutos alargados.

A resistência do grupo 3 foi maior que a do grupo 2, pelo equilíbrio ideal entre espessura da parede radicular e diâmetro do pino; já no grupo 2, embora o volume de dentina fosse maior na parede da raiz, o pino fraturava mais rapidamente, por ser mais delgado. No grupo 1, a resistência foi menor que nos demais, pois a resina da porção coronária fraturava geralmente antes da estrutura coronária, talvez por possuir menor suporte pelo pino que nos demais grupos ou talvez devido ao dobramento das fibras de polietileno<sup>5</sup>. No grupo 4, todas as raízes fraturaram (1/3 delas no terço médio e as demais no 1/3 cervical), assim como na pesquisa de Tjan & Whang<sup>16</sup>, na qual um dos grupos possuía 1mm de espessura na parede vestibular da raiz. Nos grupos 2, 3 e 4, fraturas radiculares ocorreram, respectivamente, em oito, sete e quinze espécimes (53,2%, 46,6% e 100%), evidenciando que raízes amplamente alargadas são mais susceptíveis à fratura. O padrão e porcentagem de falhas foi similar entre os grupos 2 e 3 (Tabela 2). Devido aos resultados promissores obtidos com pinos biológicos, indica-se a realização de pesquisas de acompanhamento clínico a longo prazo.

Apesar da menor resistência dos pinos de polietileno, seu maior mérito é o padrão de falha favorável, já observado previamente com pinos de fibras de carbono<sup>14-15</sup> e fibras de vidro<sup>15,17</sup>. Porém, existem escassos estudos de acompanhamento clínico<sup>8,11</sup> com pinos de polietileno. Tanto os pinos biológicos quanto os de polietileno possuem estética superior a de pinos metálicos, especialmente em raízes com paredes finas. Estudos futuros devem buscar formas de padronizar sua confecção, aprimorando suas propriedades e permitindo oferecer alternativas para restaurar dentes endodonticamente tratados, especialmente quando debilitados.

## CONCLUSÃO

Os pinos biológicos parecem realmente capazes de reforçar dentes tratados endodonticamente (mesmo com condutos medianamente ou amplamente alargados). Com pinos biológicos em condutos convencionalmente ou

medianamente alargados geralmente houve fratura do terço cervical da raiz ou do núcleo; em condutos amplamente alargados, 100% das raízes fraturaram, usualmente no terço cervical.

Pinos de fibras de polietileno utilizados em dentes com preparo convencional dos condutos mostraram resistência à fratura inferior a dos pinos biológicos (em qualquer condição de alargamento dos condutos) e houve ampla predominância de fraturas favoráveis à manutenção da raiz nestes casos.

## Colaboradores

OB KAZIER foi o idealizador e executor da parte experimental da pesquisa. G BONFANTE orientou a pesquisa. LF PEGORARO participou da orientação e colaborou na concepção e design da pesquisa. ROF KAZIER participou da execução da parte laboratorial da pesquisa. KR REIS participou da revisão de literatura do artigo.

## REFERÊNCIAS

- Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett, Jacobi R, Brackett SE. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. 3rd ed. Carol Stream, IL: Quintessence Publishing; 1997.
- Strub JR, Pontius O, Koutayas S. Survival rate and fracture strength of incisors restored with different post and core systems after exposure in the artificial mouth. *J Oral Rehabil*. 2001; 28(2): 120-4.
- Kimmel SS. Restoration of endodontically treated tooth containing wide or flared canal. *N Y State Dent J*. 2000; 66(10): 36-40.
- Freedman G. The carbon fiber post: metal-free, post-endodontic rehabilitation. *Oral Health*. 1996; 86(2): 23-30.
- Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Goldberg AJ. *Fiber-reinforced composites in clinical dentistry*. Hong Kong: Quintessence; 2000.
- Miller TE. A new material for periodontal splinting and orthodontic retention. *Compendium*. 1993; 14(6): 800-12.
- Rudo DN, Karbhari ME. Physical behaviors of fiber reinforcement as applied to tooth stabilization. *Dent Clin North Am*. 1999; 43(1): 7-35.
- Karna JC. A fiber composite laminate endodontic post and core. *Am J Dent*. 1996; 9(5): 230-2.
- Kimmel SS. Restoration and reinforcement of endodontically treated with a polyethylene ribbon and prefabricated fiberglass post. *Gen Dent*. 2000; 48(6): 700-6.
- Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *J Prosthet Dent*. 1999; 81(3): 262-9.
- Hornbrook DS, Hastings JH. Use of bondable reinforcement fiber for post and core build-up in endodontically treated tooth: maximizing strength and aesthetics. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1995; 7(5): 33-42.
- Bonilla MEG. *Avaliação da resistência à fratura transversal de raízes amplamente destruídas reconstruídas com núcleos [dissertação]*. Bauru: Universidade de São Paulo; 2001.
- Fredriksson M, Astback J, Pamenius M, Arvidson K. A retrospective study of 236 patients with teeth restored by carbon fiber-reinforced epoxy resin posts. *J Prosthet Dent*. 1998; 80(2): 151-7.
- 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.
- Stewardson DA. Non-metal post systems. *Dent Update*. 2001; 28(7): 326-36.
- Tjan AHL, Whang SB. Resistance to root fracture of dowel channels with various thickness of buccal dentin walls. *J Prosthet Dent*. 1985; 53(4): 496-500.
- Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent*. 2002; 87(4): 431-7.

18. Saupé WA, Gluskin AH, Radke RA. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence Int.* 1996; 27(7): 483-91.
19. Terry DA, Triolo PT. Fabrication of direct fiber-reinforced posts: a structural design concept. *J Esthet Restor Dent.* 2001; 13(4): 228-40.
20. Eskitaşcioglu G, Belli S, Kalkan M. Evaluation of two post core systems using two different methods (fracture strength test and a finite elemental stress analysis). *J Endod.* 2002; 28(9): 629-33.
21. Lui JL. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. *Quintessence Int.* 1994; 25(5): 313-9.
22. Rabie G, Trope M, Garcia C, Tronstad L. Strengthening and restoration of immature teeth with an acid-etch resin technique. *Endod Dent Traumat.* 1985; 1(6): 246-56.
23. Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1985; 1(3): 108-11.
24. Ellakwa AE, Shortall AC, Shehata MK, Marquis PM. Influence of bonding agent composition on flexural properties of an ultra-high molecular weight polyethylene fiber-reinforced composite. *Oper Dent.* 2002; 27(2): 184-91.
25. Ramos Júnior V, Runyan DA, Christensen LC. The effect of plasma-treated polyethylene fiber on the fracture strength of polymethyl methacrylate. *J Prosthet Dent.* 1996; 76(1): 94-6.
26. Goldberg AJ, Freilich MA, Haser KA, Audi JH. Flexure properties and fiber architecture of commercial fiber reinforced composites [abstract]. *J Dent Res.* 1998; 77(2): 226.
27. 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.
28. Ramires-Romito ACD, Wanderley MT, Oliveira MDM, Imparato JCP, Corrêa MSN. Biologic restoration of primary anterior teeth. *Quintessence Int.* 2000; 31(6): 405-11.

Recebido em: 26/6/2008  
Aprovado em: 15/12/2007