

Avaliação *in vitro* da capacidade de selamento do cimento de ionômero de vidro e do MTA em perfurações de furca

COSTA-JÚNIOR, Edson Dias; OLIVEIRA, Laudimar Alves de; CARVALHO-JUNIOR Jacy Ribeiro de. **Avaliação *in vitro* da capacidade de selamento do cimento de ionômero de vidro e do MTA em perfurações de furca.** Oral Sci., jan/jun. 2012, vol. 4, nº 1, p. 24-30.

Edson Dias COSTA-JÚNIOR¹
Laudimar Alves de OLIVEIRA¹
Jacy Ribeiro de CARVALHO-JUNIOR¹

¹Disciplina de Endodontia,
Departamento de Odontologia da
Faculdade de Ciências da Saúde – FS,
Universidade de Brasília - UnB

RESUMO: Perfurações no soalho da câmara pulpar podem ter diferentes formas e diâmetros que exigem análise meticulosa quanto à técnica e o material utilizado no selamento. O objetivo do presente trabalho foi verificar, *in vitro*, a eficácia dos cimentos de ionômero de vidro Fuji I e MTA Angelus no selamento das perfurações do soalho da câmara pulpar com diâmetros diferentes, em molares, utilizando teste de infiltração de fluido sob pressão. Quarenta e seis dentes foram selecionados, divididos em grupos com vinte dentes e preparados para receberem perfuração no soalho da câmara pulpar, com pontas diamantadas 1011 e 1016. Para cada diâmetro de perfuração, dez dentes receberam selamento com MTA Angelus e dez dentes com Fuji I. Todos os dentes foram submetidos ao teste de infiltração de fluido sob pressão de 129,2 mm de Hg por 24 horas. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os materiais usados nos selamentos. As perfurações com diâmetros diferentes apresentaram diferenças estatisticamente significativas. O cimento Fuji I mostrou melhor selamento dentre os materiais testados.

Recebido. 30 de Agosto de 2012
Aceito. 12 de Abril de 2013

PALAVRAS-CHAVE – defeitos da furca; cimentos de ionômero de vidro; MTA.

Introdução

Todo tratamento endodôntico exige do profissional atenção para execução adequada.

A região de furca é especial pela sua proximidade com a região do sulco gengival e epitélio juncional. Qualquer perturbação nesse sentido, tal qual a perfuração do soalho poderá acarretar resposta do tecido periodontal, colocando essa área em comunicação com o meio bucal via sulco gengival. Problemas periodontais podem ocorrer ao longo do tempo, com perdas significativas de estrutura óssea e até do elemento dentário (1,2).

A proximidade de uma perfuração do soalho de câmara pulpar com a coroa clínica apresenta grande probabilidade para microinfiltração nos casos onde restaurações coronárias estejam mal adaptadas, conforme ressaltam (1).

O tratamento não cirúrgico está geralmente indicado para controlar essas perfurações. Para isso, diversos materiais têm sido propostos (3,4).

Após a ocorrência de perfuração deve-se evitar a contaminação local. Nesse sentido uma sequência de procedimentos deve ser observada como: a) lavar e limpar a área perfurada com substâncias adequadas; b) utilizar materiais que possam agir como antimicrobianos e que sejam tolerados pelos tecidos circunvizinhos; c) realizar selamento do local para impossibilitar qualquer infiltração de fluidos e microrganismos, ao longo do tempo, com objetivo de manter a estabilidade da área lesada (5-7).

O trióxido de agregado de minerais (MTA) tem sido considerado em diversas pesquisas como substância ideal para essa finalidade. Outros autores, em decorrência de sua capacidade de aderência à superfície dentária preconizam a adoção do cimento de ionômero de vidro (8-12).

Outro fator a ser examinado encontra-se na dimensão verificada na comunicação entre a câmara pulpar e a região periodontal. Perfurações com diversos diâmetros e formas fazem parte do cotidiano clínico e há pouco conhecimento a respeito da qualidade dos selamentos nestas situações (13).

Com isso, foi o objetivo do presente trabalho

comparar a capacidade seladora in vitro do cimento de ionômero de vidro Fuji I (GC América – Tóquio – Japão) e do cimento MTA (Angelus – Brasil) em perfurações no assoalho da câmara, frente ao teste de infiltração de fluido sob pressão.

Material e Método

Quarenta e seis molares humanos, extraídos por indicação clínica, com raízes divergentes e completas, foram autoclavados e armazenados em solução fisiológica à temperatura ambiente. As coroas foram removidas por cortes 2,0 mm acima do limite amelo-cementário e as raízes seccionadas na porção média, com disco flexível de aço, dupla face, diamantado (KG Sorensen - Barueri - SP - referência 7020). As paredes axiais das câmaras foram aplainadas por broca diamantada cônica 3083 (KG Sorensen), em alta rotação. As entradas e as aberturas apicais dos canais radiculares foram alargadas com broca esférica carbide número 1, lavadas em água corrente, secas e seladas com cimento de ionômero de vidro Fuji I. Os dentes foram impermeabilizados com esmalte de unha (Risqué - Niasi - SP), em dupla camada, por toda a extensão radicular, inclusive na região de furca. Bolinha de material de moldagem (Optosil - Kulzer - Alemanha - lote 100190) foi colocada no espaço correspondente à câmara coronária, em contato com o soalho e outra bolinha do mesmo material foi colocada na área da bifurcação das raízes. Os dentes foram incluídos em blocos de resina acrílica (Ortocril - Dental Vipi - Pirassununga - SP) e polimerizados em panela com pressão de água. Nos corpos de prova, foram feitos orifícios correspondentes à abertura coronária e à região da bifurcação das raízes. Os dentes, então, incluídos em blocos de resina transparente, receberam selamento nas paredes laterais dos locais do acesso coronário e na região da furca com resina epóxica (Araldite - Vantico - Suíça - lote 1026545). Perfurações radiculares foram feitas com pontas diamantadas de número 1011 e 1016 (KG Sorensen), com motor de alta rotação, refrigerado a água, através do soalho da câmara pulpar, até atingirem a bifurcação das raízes.

Os dentes foram separados em grupos, aleatoriamente, conforme descrito na Tabela 1.

A Figura 1 mostra os selamentos dos grupos A1 e A2, com MTA Angelus, numa vista oclusal (1a) e corte axial (1b), respectivamente.

Nos grupos B1 e B2, as perfurações foram seladas com o cimento de ionômero de vidro Fuji I, sendo que o mesmo foi sobre-extendido além dos limites da perfuração no interior da câmara pulpar, conforme as Figura 2a (vista oclusal) e 2b (corte sagital).

Durante o selamento da perfuração, um anteparo feito com uma bolinha de algodão úmida foi adaptado à região de furca, preenchendo o local naturalmente ocupado pelo osso inter-radicular e o periodonto. O cimento Fuji I foi misturado conforme as recomendações do fabricante e levado à perfuração com um espaçador digital "B" (Maillefer - Suíça), em porções.

À medida que o material se depositava na parte apical da perfuração, outra porção era levada da mesma maneira. O procedimento foi repetido até o preenchimento total da perfuração e depois sobre-extendido de modo a cobrir o soalho da câmara pulpar.

O cimento MTA Angelus foi misturado conforme fabricante e levado à perfuração em pequenas quantidades, na ponta de um espaçador digital "B". Depois de colocado na perfuração, o material selador foi condensado em direção apical utilizando cone principal de guta-percha cujo diâmetro fosse ligeiramente menor que a perfuração. Durante a condensação, o cone de guta-percha foi direcionado a uma das paredes laterais e pressionado em direção apical.

Imediatamente após o selamento das perfurações, retirou-se o anteparo colocado na bifurcação das raízes e os dentes foram imersos em água, à temperatura ambiente, até o momento do teste de infiltração, 24 horas após.

Para que fossem colocados no sistema de pressão de fluido, os blocos de resina foram adaptados colando-se um cilindro de polietileno na abertura correspondente à região da bifurcação das raízes, com Araldite®. Os dentes foram submetidos ao sistema de fluido sob pressão descrito por Derkson et al. (14), durante 24 horas, para observação de possível microinfiltração através das perfurações seladas. A pressão foi correspondente a uma coluna de água de 180 cm (129,20 mm de Hg). Os registros foram feitos após 30 minutos, 1 hora, 12 horas e 24 horas, com o movimento da bolha de ar no interior da pipeta corresponde ao volume de líquido perdido pelo sistema, por infiltração. Os valores foram tabulados e submetidos à análise estatística pelos testes *Anova* e *Tukey*, utilizando programa estatístico SAS-*Statistical Analysis System* (1998-2000).

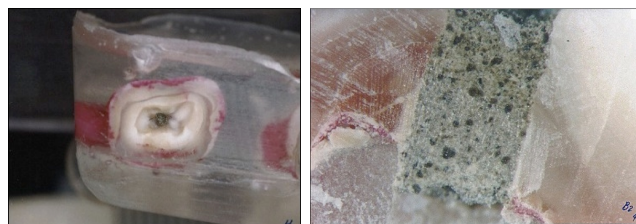


Figura 1 - Modelo das amostras do grupo A (selamento perfuração com cimento MTA Angelus). a) vista oclusal; b) corte sagital.



Figura 2. Modelo das amostras do grupo B (selamento perfuração com cimento Ionômero Fuji I). a) vista oclusal; b) corte sagital.

Tabela 1 – Grupos experimentais (letras A e B, seguidos dos números 1, 2) e controles, com os respectivos diâmetros das perfurações e materiais seladores utilizados.

GRUPOS	NÚMERO DE DENTES	NÚMERO DA PONTA DIAMANTADA USADA NA PERFURAÇÃO	MATERIAL SELADOR
A1	10	1011	MTAAngelus***
A2	10	1016	
B1	10	1011	
B2	10	1016	Fuji I****
*Controle positivo	03	1011,1016	Não selado
**Controle negativo	03	Não perfurados	

*CONTROLE POSITIVO: Selecionou-se 2 dentes com perfurações feitas com brocas 1011 e 1016, submetidos ao mesmo sistema de pressão de fluido e devolvidos aos respectivos grupos após o teste.

**CONTROLE NEGATIVO : Selecionou-se 1 dente de cada grupo experimental e que, antes de fazer as perfurações, foi submetido ao sistema de pressão de fluido por 24 horas. Após o teste, o dente foi devolvido ao seu respectivo grupo.

*** MTAAngelus - Odonto-Lógica – Londrina, PR - lote 687.

**** Fuji I - GC Corporation - Tóquio - Japan - lote 8021.

Discussão

Resultados

Os resultados encontram-se descritos na tabela 2 e nos gráficos I e II

A Perfuração do soalho da câmara pulpar decorre de falhas durante a execução do acesso coronário ou na pesquisa de acesso aos canais. Exposições à saliva e necrose pulpar contribuem para a contaminação da área perfurada, comprometendo ainda mais o prognóstico.

Tabela 2 - Análise comparativa entre as médias das velocidades de infiltração nos grupos A1, A2, B1 E B2 e controle negativo para cada intervalo de tempo. Velocidade de infiltração apresentada em µl/min. Volume apresentado em ml.

PERÍODOS	CONTROLE NEGATIVO	BROCA 1011		BROCA 1016	
		A1 MTA	B1 FUJI I	A2 MTA	B2 FUJI I
vel.de infiltração 30 minutos	0,0133	0,0367	0,0200	0,0667	0,0167
vel.de infiltração 60 minutos	Zero	0,0333	0,0033	0,0667	Zero
vel.de infiltração 12 horas	Zero	0,0065	0,0009	0,0333	0,0003
vel.de infiltração 24 horas	Zero	0,0061	0,0003	0,0281	0,0001
Totais médios vel.infiltração	0,0003	0,0076	0,0010	0,0321	0,0006
volume infiltrado	0,0004+/-	0,0110+/-	0,0015+/-	0,0462+/-	0,0008+/-
erro padrão	0,0002 ^a	0,0020 ^a	0,0002 ^a	0,0080 ^b	0,0003 ^a

Gráfico 1 - Comparação da somatória dos volumes infiltrados (ml) no tempo de observação entre os grupos A1xA2 (MTA).

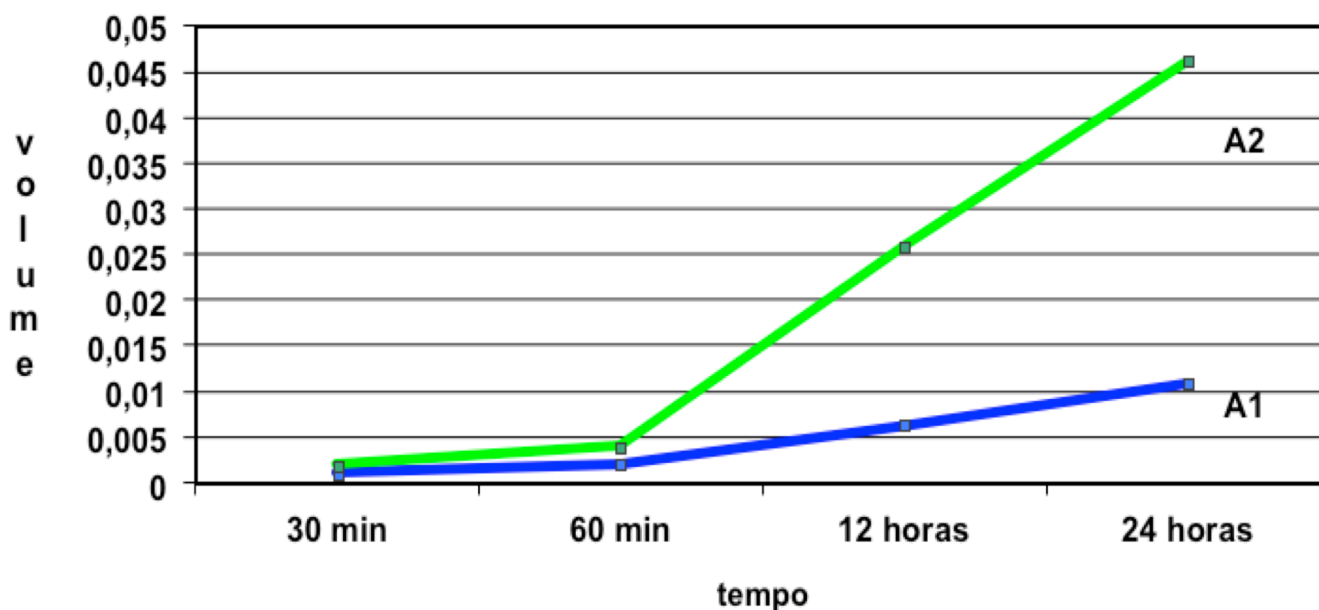
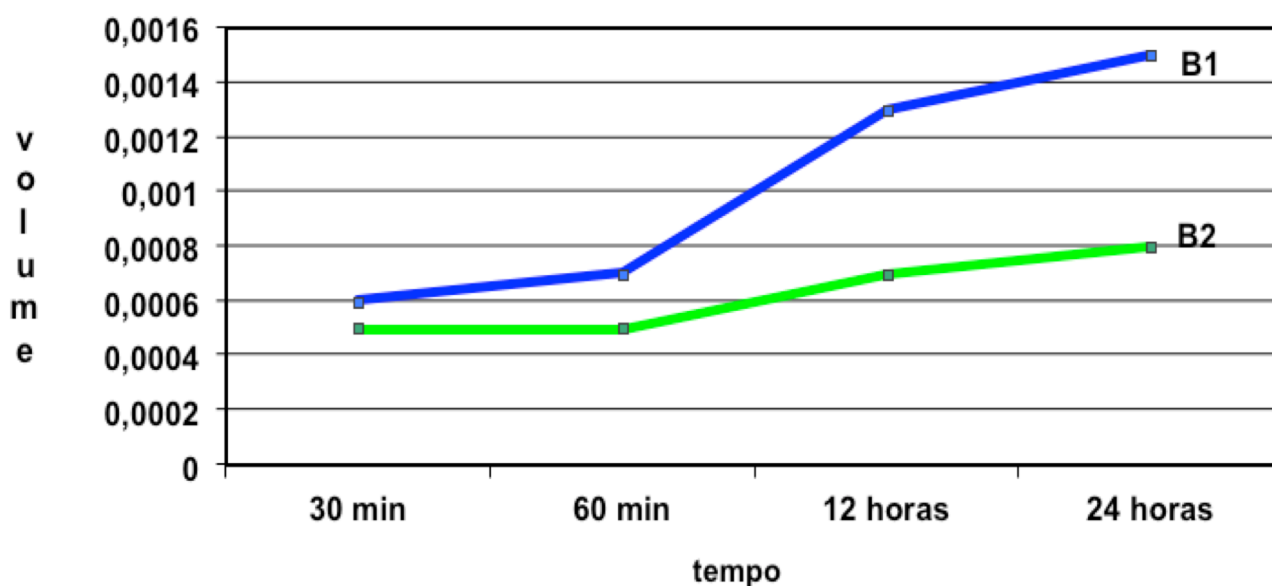


Gráfico 2 - Comparação da somatória dos volumes infiltrados (ml) no tempo de observação entre os grupos B1xB2 (Ionômero FUJI I).



A presente pesquisa analisou a capacidade de selamento de duas substâncias em perfurações produzidas na região do soalho dental.

O modelo seguido para presente análise, pressão de fluido, correspondeu a pressão sanguínea humana 129,20 mmHg. Esse método possui vantagens enfatizadas por Fuss et al. (7) e Pommel & Camps (15), pois preserva a integridade dos corpos de prova; torna mais eficiente a avaliação do selamento ao longo do tempo; a verificação do resultado pode ser confirmada por qualquer observador, sem que houvesse influência sob o aspecto visual.

Diversos materiais foram testados como seladores de perfurações do soalho da câmara pulpar. No presente trabalho a seleção do cimento de ionômero de vidro deveu-se as características físico-químicas inerentes ao material e descritas por Kent & Wilson (16). Outras vantagens tais como a estabilidade dimensional e química, após a presa, justificam os resultados do presente trabalho e confirmam a boa capacidade de selamento marginal, conforme ressaltadas por Friedman et al. (2). Wu et al. (17) enfatizam o uso de um cimento de ionômero de vidro convencional quando se tratar de áreas que apresentam túbulos dentinários paralelos às paredes cavitárias, como nos casos das perfurações do soalho da câmara pulpar.

Bastante testado nos tempos atuais, o agregado de trióxido mineral (MTA) apresenta bons resultados no selamento de perfurações do soalho de câmara (18-20). Apesar das qualidades descritas sobre o MTA, observou-se que a maioria das análises foi histopatológica e em curto período de observação. Das análises *in vitro*, a maioria utilizou testes de infiltração de corante e somente uma pesquisa utilizou o fluido sob pressão (18, 20-23).

Pode-se observar que a qualidade de selamento dos materiais *in vitro* foi variável e não seguiu um referencial que oferecesse um padrão metodológico, tanto pelo sistema de pressão quanto pelo diâmetro das perfurações (20,24). Neste trabalho, a comparação entre dois diâmetros de perfuração (1,00 mm e 1,9 mm), brocas 1011 e 1016, respectivamente, com relação à capacidade de selamento dos materiais, auxilia na padronização das futuras pesquisas necessárias ao esclarecimento sobre o assunto.

A dificuldade técnica para a inserção do material na perfuração (4), o extravasamento do material para a região do periodonto e osso inter-radicular (25) são variáveis que dependem do profissional.

De todas as variáveis apresentadas, a escolha do material e o selamento imediato são as mais importantes, pois dependem do profissional e contribuem significativamente para o sucesso. A capacidade de selamento e a tolerância tecidual são quesitos mais significativos para a recuperação e manutenção da saúde do periodonto e osso inter-radicular (6, 18, 24, 26)

Característica geral observada nos grupos experimentais foi maior velocidade de infiltração de fluido nos primeiros 60 minutos do teste quando comparada com os períodos de 12 horas e 24 horas. Esta maior infiltração pode estar relacionada à acomodação do sistema de pressão de fluido, conforme enfatizado por Pommel & Camps (15), adicionada a possíveis alterações dos materiais seladores em contato precoce com a umidade, prejudicando o vedamento na região apical. No grupo controle negativo a mesma característica é observada nos primeiros 30 minutos do teste somente. Com relação ao cimento de ionômero de vidro, essas alterações são conhecidas e descritas por Cattani-Lorente et al. (27).

Nos grupos A1 e A2 (Tabela 2 e Gráfico 1) verificou-se maior velocidade de infiltração de fluido. Observou-se diferença estatisticamente significativa nas médias de volume infiltrado entre os grupos A1xA2, com $p<0,05$. Essa diferença reforça a correlação existente entre o fluxo aumentado de fluido e o correspondente aumento do diâmetro da perfuração. Fica evidente que a perfuração de diâmetro menor permite uma menor infiltração de fluido, mesmo quando o material selador é deficiente. Comparado com o grupo controle negativo, o grupo A1 mostrou infiltração maior, porém não significativo. O grupo A2 mostrou infiltrações ainda maiores e com resultados estatisticamente significativos $p<0,05$. Outra hipótese para explicar o aumento da infiltração no grupos A2 pode ser a dificuldade técnica na inserção do material nas perfurações maiores, gerando falhas e prejudicando o selamento.

O grupo B, Fuji I, mostrou pequenas médias de velocidade de infiltração, comparáveis ao grupo controle negativo, com diferenças estatísticas não significativas, tanto para o B1 quanto para os B2 (Tabela 2 e Gráfico II). O comportamento desse material nas perfurações testadas demonstra sua boa capacidade de selamento e possível baixa permeabilidade intrínseca. O maior diâmetro da perfuração e o bom escoamento do cimento Fuji I, propriedade inerente de um material cimentante, possibilitou adaptação mais adequada do material às paredes dentinárias o que refletiu em melhor isolamento e menor velocidade de infiltração, como descrito nos resultados. Essa característica chama a atenção, pois difere do grupo A onde o aumento da infiltração ocorreu à medida que houve aumento no diâmetro das perfurações.

Ao comparar as perfurações de mesmo diâmetro, porém seladas com materiais diferentes pode-se observar: Nos grupos A1, B1, perfurações de diâmetros menores (broca 1011), os resultados obtidos não mostram diferenças estatisticamente significativas. Porém, observa-se que o grupo A1 apresentou maior velocidade de infiltração de fluido, com volume total infiltrado também maior ($B1<A1$). A diferença encontrada no grupo A1 pode ser devido a maior permeabilidade intrínseca do MTA-Ângelus e/ou pela pouca espessura do cimento, correspondente à espessura do soalho da câmara pulpar que em média é menor que 4 mm. Este resultado tem amparo no artigo de Torabinejad et al. (28) que verificaram a eficácia do MTA no selamento de cavidades radiculares quando sua espessura é igual ou maior que 4 mm.

Nos grupos A2 e B2, nas perfurações de maior diâmetro (broca 1016), pode-se verificar maior velocidade de infiltração de fluido no grupo A2, com diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$) em relação ao grupo B2 ($B2<A2$). Pelos resultados obtidos nas comparações anteriores (A1,B1), observa-se que o selamento feito com MTA-Ângelus permitiu maior infiltração quando comparado com as amostras onde foi utilizado cimento Fuji I.

As perfurações de menor diâmetro parecem não mostrar grandes diferenças de infiltração de fluido frente aos materiais e tipos de selamentos testados, podendo estar relacionadas à pequena área de secção transversal do defeito dentinário na região da furca.

Porém, à medida que essa área do defeito dentinário aumenta, as diferenças começam a surgir, apontando, assim, a seletividade dos materiais e tipos de selamentos melhores para cada situação. Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram a adequação do protocolo *in vitro* utilizado com relação à necessidade de testar diâmetros diferentes de perfurações de soalho de câmara pulpar quanto ao selamento. Clinicamente as perfurações de soalho de câmara pulpar são precedidas por desgaste da estrutura dentinária o que diminui significativamente a espessura da furca. Essa característica torna inadequado o selamento da perfuração somente com MTA, pois o cimento está indicado para selamentos de mais de 4 mm de espessura, conforme Torabinejad et al. (28). Outras situações deverão ser experimentadas para que se tenha uma visão mais

compatível com a clínica sobre esse tema. O bom comportamento do cimento de ionômero de vidro convencional, no caso o Fuji I, é enfatizado por Fuss et al. (4) e deve estar relacionado à capacidade adesiva, ao bom escoamento e a baixa permeabilidade, conforme ressaltados por Kent & Wilson (16), indicando-o como material selador para os casos de perfuração no soalho da câmara pulpar de diâmetros diferentes.

Abstract

COSTA-JUNIOR, Edson Dias; OLIVEIRA, Laudimar Alves de; CARVALHO-JUNIOR Jacy Ribeiro de. **In vitro evaluation of the sealing ability of glass ionomer cement and MTA in furcation perforation.** Oral Sci., jan/jun. 2012, vol. 4, n° 1, p. 24-30.

Drilling on the floor of the pulp chamber may have different shapes and diameters that require thorough analysis regarding the technique and materials used in sealing. The aim of this study was to determine the in vitro efficacy of glass ionomer cements Fuji I and MTA Angelus sealing the perforations in the floor of the pulp chamber with different diameters in molars using infiltration test fluid under pressure. Forty-six teeth were selected and divided into groups of twenty teeth and prepared to receive the drilling floor of the pulp chamber with diamond 1011 and 1016. For each diameter drilling ten teeth received sealing with MTA Angelus and ten teeth with Fuji I. All teeth were tested for infiltration of fluid under pressure 129.2 mm Hg for 24 hours. The results showed significant differences between the materials used in sealing. Perforations with different diameters showed statistically significant differences. The cement Fuji I showed better sealing from the materials tested.

KEYWORDS: furcation defects; glass ionomer cements; MTA.

Referências

1. West JD, Roane JB. Limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares. In: Cohen S, Burns RC. Caminhos da polpa. 7.ed., Guanabara:Rio de Janeiro. 2000. cap.8, p.191-242
2. Friedman S, Komorowski R, Maillet W, Klimaite R, Nguyen HQ, Torneck CD. In vivo resistance of coronally induced bacterial ingress by an experimental glass ionomer cement root canal sealer. J Endod 2000;26:1-5.
3. Oswald JB. Procedural accidents and their repair. Dent Clin North Am 1979;23:593-616.
4. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. Endod.Dent Traumatol 1996;12:255-64.
5. Peeso FA. The "A B C" of crown and bridge work. Dent Cosmos 1903;45:277-9.
6. Petersson K, Hasselgren G, Tronstad L. Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. Endod Dent Traumatol 1985;1:22-8.
7. Alhadainy HA, Himel VT. Evaluation of the sealing ability of amalgam, Cavit, and glass ionomer cement in the repair of furcation perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1993;75:362-6
8. Holland R, Souza V, Nery MJ, Faraco Júnior IM, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with a white mineral trioxide aggregate. Braz Dent J 2002;13:23-6.
9. Pitt Ford TR, Torabinejad M, Mckendry DJ, Hong C-I, Kariyawasam SP. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1995;79:756-62.
10. Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or glass ionomer sealer. J Endod 1999;25:728-30.
11. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endod 1999;25:197-205.
12. Welch JD, Anderson RW, Pashley DH, Weller RN, Kimbrough F. An assessment of the ability of various materials to seal furcation canals in molar teeth. J Endod 1996;22:608-11.
13. Paolantonio M, DI Placido G, Scarano A, Piatelli A. Molar root furcation: morphometric and morphologic analysis. Intern J Periodont Rest Dent 1998;18:489-501.
14. Derkson GD, Pashley DH, Derkson ME. Microleakage measurement of selected restorative materials: a new in vitro method. J Prosteth Dent 1986;56:435-40.
15. Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. J Endod 2001;27:256-8.
16. Kent BE, Wilson AD. The properties of a glass ionomer cement. Brit Dent J 1973;2:322-6.
17. Wu MK, Degee AJ, Wesselink PR. Effect of tubule orientation in the cavity wall on the seal of dental filling materials: na in vitro study. Int Endod J 1998;31:326-32.
18. Daoudi MF, Saunders WP. In vitro evaluation of furcal perforation repair using mineral trioxide aggregate or resin modified glass ionomer cement with and without the use of the operating microscope. J Endod 2002;28:512-5.
19. Sluyk SR, Moon PC, Hartwell GR. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. J Endod 1998;24:768-71.
20. Weldon JK, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. J Endod 2002;28:467-70.
21. Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. J Endod 1999;25:161-6.
22. Andelin WE, Browning DF, Hsu GHR, Roland DD, Torabinejad M. Microleakage of resected MTA. J Endod 2002;28:573-4.
23. Torabinejad M, Higa RK, Mckendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. J Endod 1994;20:159-63.
24. Arens DE, Torabinejad M. Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate: Two case reports. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996;82:84-8.
25. Mittal M, Chandra S, Chandra S. An evaluation of plaster of Paris barriers used under various materials to repair furcation perforations (in vitro study). J Endod 1999;25:385-8.
26. Alhadainy HA, Abdalla AI. Artificial floor technique used for the repair of furcation perforations: a microleakage study. J Endodon 1998;24:33-5.

27. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Payan J, Moya F, Meyer JM. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater* 1999;15:71-8.
28. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 1995;21:349-53.