

Radiopacidade do cimento Portland modificado em comparação com o MTA

Radiopacity of the modified Portland cement in comparison with MTA

Resumo

Objetivo: Este estudo *in vitro* utilizou imagem digital para medir a radiopacidade do cimento Portland (CP), isoladamente ou associado a substâncias radiopacizantes, com referência à radiopacidade do Agregado do Trióxido Mineral (MTA).

Metodologia: Três espécimes foram preparados para cada um dos seguintes grupos: 1) ProRoot MTA (Dentsply); 2) cimento Portland – CP (Goiás); 3) CP + solução de acetato de uranila a 2%; 4) CP + de solução de PTA a 2%; 5) CP + solução de citrato de chumbo. Os espécimes foram armazenados por 28 dias em temperatura ambiente e a radiopacidade foi medida com um sistema de radiografia digital direta (Sens-A-Ray), usando as funções gráfico de perfil de linha e histograma.

Resultados: O grupo ProRoot MTA apresentou a maior radiopacidade; a radiopacidade do cimento Portland foi aproximadamente 60% a do MTA. As soluções testadas aumentaram a radiopacidade do cimento Portland nas seguintes taxas: PTA=7%, acetato de uranila=12,5% e citrato de chumbo=11%.

Conclusão: A adição de soluções radiopacizantes aumentou a radiopacidade padrão do cimento Portland, mas sem atingir o grau de radiopacidade do cimento ProRoot MTA.

Palavras-chave: Cimentos dentários; MTA; cimento Portland; radiopacidade

Abstract

Purpose: This *in vitro* study used digital images to measure the radiopacity of the Portland cement (PC) containing or not radiopaque substances in relation to the radiopacity of the Mineral Trioxide Aggregate (MTA) cement.

Methods: Three specimens were fabricated for each of the following five groups: 1) ProRoot MTA (Dentsply); 2) Portland cement – PC (Goiás); 3) PC + 2% uranyl acetate solution; 4) PC + 2% PTA solution; 5) PC + lead citrate solution. Specimens were stored in room temperature for 28 days and their radiopacity was measured by means of a direct digital radiography system (Sens-A-Ray), using the analytical functions line profile graph and histogram.

Results: ProRoot MTA group showed the highest radiopacity; Portland cement radiopacity was approximately 60% of the MTA value. The tested solutions increased the radiopacity of Portland cement in the following rates: PTA=7%, uranyl acetate =12.5% and lead citrate =11%.

Conclusion: The addition of radiopaque substances increased radiopacity of the original Portland cement, but it did not reach the level of ProRoot MTA radiopacity.

Key words: Dental cements; MTA; Portland cement; radiopacity

Antônio César Leites^a
José Antônio Poli de Figueiredo^b
Flávio Fernando Demarco^c
Ana Paula Basso^d
Evandro Piva^c

^a Departamento de Morfologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

^b Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

^c Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

^d Consultório particular, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Correspondência:

Ana Paula Basso
Rua Visconde de Figueiredo, 28 AP 103 – Tijuca
Rio de Janeiro, RJ – Brasil
20550-050
E-mail: paulitscha@hotmail.com

Recebido: 28 de janeiro, 2008
Aceito: 30 de abril, 2008

Introdução

O Agregado do Trióxido Mineral (MTA) foi inicialmente desenvolvido para o tratamento de perfurações radiculares (1). Atualmente este material é indicado para várias situações clínicas, tais como material retrobturador, para o reparo de perfurações, defeitos de reabsorção, capeamento pulpar direto e apicificação (2). O material é um pó com finas partículas hidrofílicas que se fixam em presença de umidade (3). Basicamente, a marca comercial do MTA, o ProRoot MTA (Dentsply), é composta pelo cimento de Portland (3, 4) que é um aglomerado usado em construção civil (5). De acordo com estudos anteriores (3,6) a única diferença significativa é a presença de Bismuto (Bi) na composição do cimento ProRoot MTA. Um estudo recente demonstrou que o cimento de Portland é composto de partículas de vários tamanhos, enquanto o ProRoot MTA mostrou partículas menores e uniformes, além de menores quantidades de gesso, metais menos tóxicos (cobre, manganês, estrôncio), menos cromóforos (Fe_3C) e menos espécimes de alumínio (4). Holland et al. (7) observaram deposição mineral similar provida pelos cimentos de Portland e pelo ProRoot MTA.

A resposta biológica, a composição química e as propriedades destes materiais têm sido investigadas (3,4,7-9), mas algumas propriedades permanecem desconhecidas. Estudos evidenciando a radiopacidade do cimento de Portland ou ProRoot MTA são raramente encontrados na literatura científica. A radiopacidade é uma importante propriedade dos materiais dentários, especialmente para os materiais obturadores ou retrobturadores (10). Logo, os materiais dentários deveriam ser suficientemente radiopacos para permitir sua diferenciação da estrutura dental (11). Por causa da introdução de materiais retrobturadores com grande variação de radiopacidade, Tagger e Katz (12) reivindicaram uma padronização internacional para estipular a radiopacidade mínima destes materiais, baseando-a em estudos *in vitro* e acompanhamento radiográfico em longo prazo. É recomendado, ainda, que os materiais retrobturadores tenham uma radiopacidade maior que os cimentos obturadores (13).

O bismuto (Bi) vem sendo apresentado como um elemento de excelente radiopacidade (14) e tem sido adicionado ao ProRoot MTA em aproximadamente 20% em peso (4,15) para tornar o material radiopaco (3). Quando comparado com outros materiais retrobturadores, o MTA é mais radiopaco que Super-EBA e IRM, mas menos radiopaco que o amálgama (15). Figueiredo et al. (16) avaliaram a radiopacidade do cimento de Portland associado com diferentes proporções de subnitrito de bismuto, usando um sistema de radiografia digital direta (Sens-A-Ray). Aqueles autores demonstraram que a adição de Bi ao cimento de Portland aumentou a radiopacidade do material.

Entretanto, há uma preocupação biológica a respeito da presença de Bi no ProRoot MTA (16). Além disso, a inclusão de Bi tem efeitos prejudiciais nas propriedades mecânicas dos materiais dentários (15-17). A adição de outras

substâncias radiopatzantes poderia ser uma alternativa para melhorar a radiopacidade do cimento de Portland, evitando o uso de Bi e a possibilidade de modificações em suas propriedades. Não obstante, isto ainda não foi testado até o presente momento. Portanto, o propósito deste estudo foi avaliar a radiopacidade do cimento de Portland isoladamente ou associado a diferentes soluções radiopatzantes, em comparação com o cimento ProRoot MTA, usando imagens digitais.

Metodologia

Para preparar os espécimes para avaliação, dois materiais foram usados: um cimento de Portland, marca registrada Goiás (Cia de Cimento Goiás, Goiânia, GO, Brasil) e ProRoot MTA Root Canal Repair Material (Dentsply, Tulsa Dental, Tulsa, OK, EUA).

Três diferentes soluções radiopatzantes (18) foram especialmente preparadas pelo Laboratório de Microscopia Eletrônica da Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, Brasil:

- solução de acetato de uranila a 2% (2g de acetato de uranila + 100mL de água milli-q).
- solução de citrato de chumbo (1,33g de nitrato de chumbo + 1,76g de citrato de sódio + 30mL de água milli-q).
- solução de PTA a 2% (ácido fosfotúngstico a 2% + 100mL de água milli-q).

Cinco grupos ($n=3$) foram obtidos para os testes de radiopacidade: ProRoot MTA como grupo controle, cimento de Portland original e cimento de Portland modificado com cada uma das três soluções radiopatzantes. Três espécimes foram preparados para cada grupo. Um molde foi produzido pela secção de tubos de polietileno Scalp-Vein 19G (Danyang Jincheng Medical Equipment Co. Ltd., Província Jiangsu, China) de 1,3mm de diâmetro, com comprimento de 5mm, para obter padronização do volume do cimento.

A manipulação do MTA seguiu as recomendações do fabricante, com relação pó/líquido de 1g/0,35mL de água destilada, usando uma balança de precisão digital para pesar o pó e uma micropipeta para medir o líquido. A mesma relação pó/líquido foi utilizada para manipulação do cimento de Portland, sendo que a única diferença foi a substituição da água destilada por água mili-q. Dez gotas de cada solução foram adicionadas aos seus respectivos grupos, usando uma pipeta de Pasteur. Os materiais foram inseridos nos tubos de polietileno previamente preparados com um instrumento manual. Os espécimes foram armazenados em temperatura ambiente por 28 dias. Apesar da reação de fixação continuar com o tempo, seu período de maior atuação ocorre antes de 28 dias (6).

A radiopacidade foi avaliada com um sistema de radiografia digital direta (Sens-A-Ray, Regam Medical Systems AB, Sundsvall, Suécia) de uso odontológico. Um equipamento de raios X (Spectro II, Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) ajustado em 60kV, 7mA, 60Hz e 0,3s de exposição, e um sensor intra-oral foram usados para capturar as imagens digitais. Para cada grupo, os três espécimes de cimento foram

posicionados sobre o sensor, paralelos entre si e perpendiculares ao feixe de raios X, com os espécimes distantes 10cm do cilindro. O tubo mais homogêneo foi selecionado com base na menor quantidade de bolhas observadas e com perfil de linha em curva contínua.

Os espécimes selecionados para os diferentes grupos foram posicionados sobre o sensor e submetidos à avaliação de radiopacidade de acordo com as instruções do *software* do Sens-A-Ray: perfil de linha e histograma. O perfil de linha mostra o perfil de densidade óptica de determinada linha em uma apresentação gráfica, enquanto o histograma provê um dado numérico em *pixels* para a densidade óptica na área selecionada, baseada nos 256 valores da escala de cinza disponível no sistema, fornecendo os valores médios e de desvio-padrão. Os dados foram analisados de forma descritiva.

Resultados

A Tabela 1 apresenta os valores em *pixels* de radiopacidade para cada grupo analisado. A maior radiopacidade foi observada no ProRoot MTA ($173,6 \pm 5,4$ *pixels*) e a radiopacidade do cimento de Portland foi de aproximadamente 60% daquela obtida para o MTA ($104,0 \pm 6,4$ *pixels*). Todas as diferentes soluções radiopatzantes testadas foram capazes de aumentar a radiopacidade do cimento de Portland nas seguintes taxas: PTA = 7%, acetato de uranila = 12,5% e citrato de chumbo = 11%.

A Figura 1 mostra um exemplo do histograma e avaliação para os cinco grupos testados. O valor médio em *pixels* e seu desvio-padrão foram automaticamente determinados pelo histograma e a área mais homogênea de cada espécime foi selecionada para a análise. Na Figura 2, o perfil linear mostra homogeneidade das amostras testadas, com curvas homogêneas. A curva do espécime de MTA é maior quando comparada com outros grupos.

Discussão

A hipótese deste estudo foi confirmada, já que as soluções radiopatzantes testadas foram capazes de melhorar a radiopacidade do cimento de Portland, embora não tenha atingido os valores do MTA. O MTA ganhou popularidade entre os clínicos devido às múltiplas aplicações na clínica odontológica (2). Boas respostas biológicas têm sido observadas quando o MTA é aplicado *in vivo* (7). Vários estudos demonstraram que o MTA é muito similar ao cimento de Portland, apresentando resposta biológica, propriedades mecânicas e químicas similares (6,7). A principal diferença entre ambos é a presença de Bismuto no MTA (3,4,6), o que lhe confere radiopacidade (3).

Um estudo prévio mostrou que a radiopacidade do MTA foi superior a outros materiais retrobturadores (Super-EBA e IRM) embora menor que a do amálgama (16). Geralmente, a radiopacidade dos cimentos retrobturadores tem sido mensurada em equivalentes milímetros de alumínio (mm/Al) (3, 10,12,13). Entretanto, a ampla variação de radiopacidade

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão (em *pixels*) da radiopacidade de cada material testado.

Material	Média	Desvio-padrão
ProRoot MTA	173,6	5,4
Cimento de Portland (CP)	104,0	6,4
CP + PTA	111,4	6,3
CP + acetato de uranila	117,0	5,1
CP + citrato de chumbo	115,6	4,7

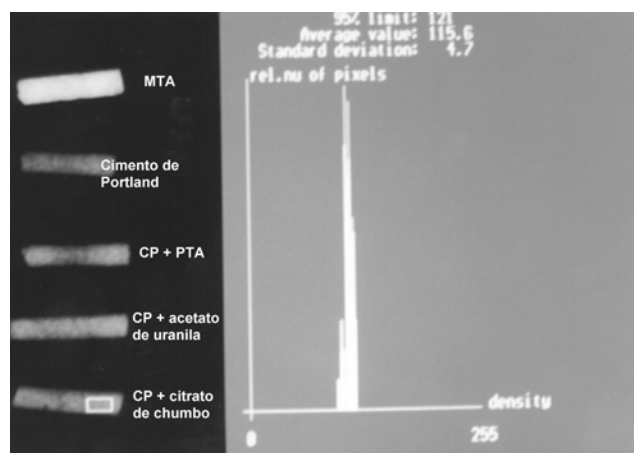


Fig. 1. Histograma da região mais homogênea do cimento de Portland (CP) + citrato de chumbo. O valor médio e o desvio-padrão são determinados imediatamente pela análise do histograma (em *pixels*). Observa-se maior radiopacidade da amostra de MTA e ligeiro aumento de radiopacidade dos espécimes de CP associado a substâncias radiopatzantes quando comparado ao CP.

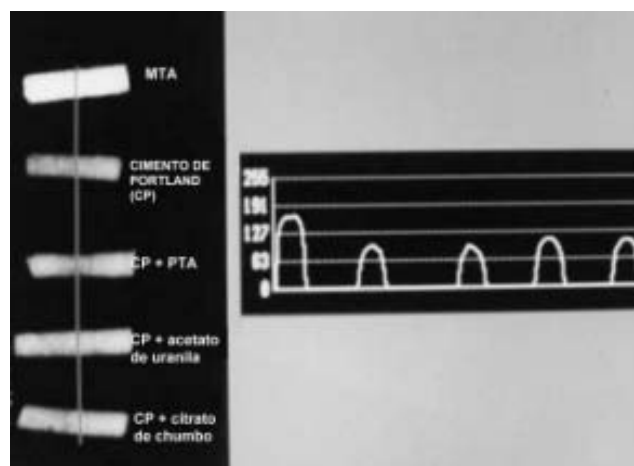


Fig. 2. Gráfico de perfil de linha dos grupos testados. A maior radiopacidade (em *pixels*) para o MTA pode ser observada em relação aos outros grupos.

entre os materiais retrobturadores disponíveis pode requerer uma nova padronização internacional para determinar a radiopacidade mínima (12). As características de radiopacidade são particularmente interessantes em Endodontia, pois a radiografia tradicional ou as imagens digitalizadas são os únicos métodos disponíveis para investigar a qualidade do tratamento de canal ou a qualidade das retrobturações, bem como o reparo tecidual pós-tratamento (12,16).

Nesta pesquisa, um sistema digitalizado de radiografia direta foi usado para medir a radiopacidade dos materiais retrobturadores. Imagens digitais e digitalizadas têm sido cada vez mais utilizadas em Odontologia, incluindo a Endodontia (19-23). O sistema Sens-A-Ray provou ser um instrumento de fácil utilização para investigar a radiopacidade dos cimentos testados, permitindo a avaliação desta propriedade com diferentes funções em vários materiais dentários (16,23). As diferentes funções analíticas disponibilizadas pelo sistema, como histograma e perfil de linha, podem ser importantes para distinguir pequenas diferenças de radiopacidade que podem ter importância clínica.

No presente estudo, o MTA foi considerado o controle positivo e exibiu o maior grau de radiopacidade nas duas funções usadas (histograma e perfil de linha). Este achado pode ser atribuído ao Bismuto incluído em sua fórmula, na porcentagem de 20% (4,15), que é um excelente agente radiopacizante (14). Entretanto, a literatura tem mostrado preocupação a respeito do Bi como agente potencialmente nocivo do ponto de vista biológico ou como agente deletério para as propriedades mecânicas dos materiais dentários (16,17). Assim, a investigação de novas substâncias radiopacizantes é relevante.

Os resultados do presente estudo mostraram que a radiopacidade do cimento de Portland foi de aproximadamente 60%

daquela do MTA. Desta forma, o cimento de Portland pode não ser suficientemente radiopaco para ser diferenciado dos tecidos dentais, prejudicando a avaliação dos tratamentos de retrobturação. Quando as soluções radiopacizantes foram incluídas, houve aumento na radiopacidade do cimento de Portland de 7 a 12%. Este aumento de radiopacidade poderia ser útil para uma melhor observação do cimento de Portland na avaliação da qualidade do tratamento e sua preservação.

As soluções adicionadas ao cimento de Portland foram especialmente desenvolvidas para este estudo e têm sido usadas em microscopia eletrônica de varredura. Embora os resultados obtidos sejam promissores em termos de radiopacidade, algumas dúvidas permanecem em relação a outras propriedades físico-mecânicas e compatibilidade biológica. Por exemplo, a adição de subnitritos de Bi ao cimento de Portland pode modificar a sua consistência (16). Entretanto, considerando que as soluções são somente adicionadas ao líquido, sugere-se que pode não haver interferência nas propriedades mecânicas do cimento de Portland. Outros estudos são necessários para determinar a quantidade total de soluções que pode ser adicionada para obter melhor radiopacidade, mas sem produzir efeitos deletérios nas propriedades mecânicas e biológicas do material. Além disso, outras substâncias com menor citotoxicidade poderiam ser testadas com o mesmo propósito.

Conclusões

Considerando as limitações do estudo, foi concluído que a adição de soluções radiopacizantes utilizadas aumentou a radiopacidade original do cimento Portland, mas sem atingir o grau de radiopacidade do cimento ProRoot MTA.

Referências

1. Lee S, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541-4.
2. 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.
3. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TR. The constitution of mineral trioxide aggregate. *Dent Mater* 2005;21:297-303.
4. Dammaschke T, Gerth HU, Züchner H, Schäfer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Mater* 2005;21:731-8.
5. Mehta PK, Monteiro PJ. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: Pini; 1994.
6. Funteas UR, Wallace JA, Fochtman EW. A comparative analysis of Mineral Trioxide Aggregate and Portland cement. *Aust Endod J* 2003;29:43-4.
7. Holland R, Souza V, Nery MJ, Faraco Júnior IM, Bernabé PF, Otoboni Filho JA et al. Reaction of rat connective tissue to dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, portland cement or calcium implanted hydroxide. *Braz Dent J* 2001;12:3-8.
8. Santos AD, Moraes JC, Araújo EB, Yukimiy K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J* 2005;38:443-7.
9. Sousa CJ, Loyola AM, Versiani MA, Biffi JC, Oliveira RP, Pascon EA. A comparative histological evaluation of the biocompatibility of materials used in apical surgery. *Int Endod J* 2004;37:738-48.
10. Laghios CD, Benson BW, Gutmann JL, Cutler CW. Comparative radiopacity of tetracalcium phosphate and other root-end filling materials. *Int Endod J* 2000;33:311-5.
11. Beyer-Olsen EM, Orstavik D. Radiopacity of root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;51:320-8.
12. Tagger M, Katz A. A standard for radiopacity of root-end (retrograde) filling materials is urgently needed. *Int Endod J* 2004;37:260-4.

13. Shah PM, Chong BS, Sidhu SK, Ford TR. Radiopacity of potential root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;81:476-9.
14. Deb S, Abdulghani S, Behiri JC. Radiopacity in bone cements using an organo-bismuth compound. *Biomaterials* 2002;23:3387-93.
15. Duarte MA, Demarchi AC, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga SC. pH and calcium ion release of 2 root-filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:345-7.
16. Figueiredo JA, Botteselle BV, Ritter DD, Cogo DM, Parlow IF, Mileski JS et al. Evaluation of the radiopacity of Portland cement and MTA. *Braz Endod J* 2001;4:16-20.
17. Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, McDonald F, Pitt Ford TR. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 2004;37:699-704.
18. Budavari S, O'Neil MJ, Smith A, Heckelman PE, Kinnerary JF. *The Merck Index*. 12 ed. New Jersey:Merck; 1996.
19. Akdeniz BG, Sogur E. An ex-vivo comparison of conventional and digital radiography for perceived image quality of root fillings. *Int Endod J* 2005;38:397-401.
20. Emmott LF. The digital revolution, images and X-rays. *NY State Dent J* 2005;71:40-3.
21. Soares CJ, Mitsui FH, Neto FH, Marchi GM, Martins LR. Radiodensity evaluation of seven root post systems. *Am J Dent* 2005;18:57-60.
22. Woolhiser GA, Brand JW, Hoen MM, Geist JR, Pikula AA, Pink FE. Accuracy of film-based, digital, and enhanced digital images for endodontic length determination. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:499-504.
23. Petry AE, Salles AA, Kilian L, Vidor M, Figueiredo JA. Evaluation of Endodontic Sealer radiopacity using digitized imaging equipment. *Braz Endod J* 1997;2:24-8.