

CIMENTOS AUTOADESIVOS: UMA NOVA POSSIBILIDADE PARA A CIMENTAÇÃO DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS.

SELF-ADHESIVE CEMENTS: A NEW POSSIBILITY FOR LUTING INDIRECT RESTORATIONS.

Luciano Ribeiro Corrêa Netto¹, Carolina Ullmann², Eduardo Moreira da Silva³, Cristiane Mariote Amaral⁴

RESUMO: Os cimentos resinosos autoadesivos (CRAAs) foram introduzidos no mercado com o objetivo de simplificar a cimentação adesiva. Esta nova categoria de cimentos resinosos (CRs) está em crescente aceitação pelos profissionais devido à sua facilidade de uso e menor tempo empregado nos procedimentos de cimentação, pois são dispensadas algumas etapas de pré-tratamento da estrutura dental como condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo. **Objetivo:** apresentar uma revisão da literatura sobre os CRAAs, descrevendo sua composição e reação de presa, propriedades mecânicas e de biocompatibilidade, e considerações clínicas. **Método:** Foram selecionados artigos científicos referentes ao tema cimentos autoadesivos na base de dados Medline Plataforma Pubmed, considerando as palavras chave “self-adhesives cements” dentro do período de janeiro de 2003 a dezembro de 2013. **Resultados:** Observou-se que os cimentos autoadesivos promovem a eliminação de algumas etapas do procedimento de cimentação, como o condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo, o que contribui para a versatilidade dos CRAAs, além de ter a sua aceitação crescente pelos profissionais. **Conclusão:** Com base na revisão de literatura, conclui-se que esta nova classe de cimento pode apresentar um desempenho semelhante ao dos CRs convencionais. Entretanto, mais estudos são necessários para avaliar a efetividade dos CRAAs na resistência de união ao esmalte, que se apresenta menor que aquela promovida pelos CR convencionais.

DESCRITORES: Cimentos dentários; Cimento de Resina; Revisão.

ABSTRACT: Self-adhesive resin cements (SARCs) were introduced with the aim of simplifying the adhesive cementation. This new category of resin cements (RCs) is growing acceptance by professionals due to its facility and time saving in cementation procedures. **Objective:** To present a review of the literature on SARCs, describing the composition and cure reaction, mechanical properties and biocompatibility, and clinical considerations. **Method:** papers related to self-adhesive cements theme were selected in the database Medline Pubmed Platform, considering the keywords "self-adhesives cements" within the period January 2003 to December 2013. **Results:** It was observed that self-adhesive cements eliminates some steps on cementation, as etching and bond procedures, which contributes to the versatility of SARCs, in addition to its growing acceptance by dentists. **Conclusion:** Based on literature review, it was concluded that SARCs may exhibit similar performance to the conventional RCs. However, more studies are needed to evaluate the effectiveness of SARCs in bond strength to enamel, which appears lower than that promoted by conventional RC.

KEYWORDS: Dental Cements; Resin Cements; Review.

¹ Mestre em Dentística pela UFF – lucianodontistica@yahoo.com.br

² Mestra em Dentística pela UFF – ullmann_carol@hotmail.com

³ Doutor em materiais dentários pela USP, Professor associado da UFF-labiom-r

⁴ Doutora em clínica odontológica pela UNICAMP, Professora Adjunta da UFF-labiom-r

INTRODUÇÃO

Constantemente o cirurgião-dentista se depara com novos materiais que contribuem para o sucesso nos diversos procedimentos restauradores. Estes materiais devem apresentar requisitos estéticos e propriedades mecânicas ideais para suportar as diferentes forças durante a função mastigatória¹. Considerando os cimentos dentários, existem vários sistemas disponíveis comercialmente, divididos em quatro classes: cimento de fosfato de zinco (CFZ), cimento de ionômero de vidro (CIV), cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) e cimento resinoso (CR)². Os CRs são compósitos resinosos de baixa viscosidade, e podem ser divididos em dois subgrupos: (1) CRs convencionais, e (2) cimentos resinosos autoadesivos (CRAAs)².

A cimentação com os CRs convencionais exige prévio condicionamento ácido da estrutura dental e aplicação de sistema adesivo convencional ou autocondicionante. Logo, o uso destes cimentos se torna complexo e sensível às falhas relacionadas ao operador, à qualidade do substrato e do material, podendo gerar falhas de união^{3, 4}. Por outro lado, os CRAAs aderem à estrutura dental através de um protocolo simples de aplicação, dispensando estas etapas prévias, e constituindo uma interessante alternativa para os sistemas atualmente utilizados para cimentação⁵.

Apesar da facilidade de aplicação dos CRAAs, alguns fatores dificultam a sua aceitação pelos profissionais, como o pouco conhecimento sobre o seu mecanismo de adesão e sua composição química, assim como evidências científicas que suportam o seu uso⁶.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi revisar a literatura sobre os CRAAs, descrevendo sua composição e reação de presa, bem como suas propriedades mecânicas e biocompatibilidade.

MÉTODO

Os critérios de inclusão da revisão de literatura compreenderam a busca de artigos referentes ao tema cimentos autoadesivos na base de dados Medline Plataforma Pubmed, considerando as palavras-chave “*self-adhesive cements*” dentro do período de janeiro de 2003 a dezembro de 2013.

Foram encontrados 225 artigos científicos, e como critérios de exclusão dentre os artigos levantados, foram excluídos na leitura exploratória os que não estavam relacionados com o uso do cimento autoadesivo na cimentação de restaurações indiretas.

Assim, na leitura exploratória foram selecionados 32 artigos que compuseram esta revisão integrativa.

CARACTERÍSTICAS DOS CRAAS

Os CRAAs são materiais híbridos que combinam características de compósitos resinosos e sistemas adesivos autocondicionantes⁶. Os CRAAs têm natureza semelhante aos compômeros, com a principal diferença na concentração do monômero ácido e no teor de carga. Quando comparado aos cimentos convencionais, observa-se maior retenção, mínima solubilidade no ambiente oral, menor microinfiltração e boa biocompatibilidade⁷.

Na cimentação com os CRAAs, a *smear layer* não é removida, e por isso não é esperada sensibilidade pós-operatória. Além disso, os CRAAs liberam flúor pela dissolução parcial de partículas de vidro de maneira comparável ao

CIV⁶, e seu contato com a dentina hidratada permite a ionização mais eficiente de seus monômeros acídicos, seguido por reação ácido-base de neutralização⁸. Esta informação é importante porque os CRAAs oferecem adesão à dentina, e a união diretamente ao esmalte dental ainda representa um desafio⁶.

COMPOSIÇÃO

Os CRAAs estão disponíveis em duas pastas que requerem mistura manual ou utilizam aplicador de automistura. Uma pasta é composta por mono, di e/ou multi metacrilatos convencionais, encontrados também nos compósitos, como o Bis-GMA, UDMA, HEMA, GDMA, TEGDMA e TMPTMA⁶. Os monômeros funcionais acídicos que desmineralizam e promovem adesão à superfície dental são predominantemente os metacrilatos com grupamento carboxílico, como o 4-META e PMGDM⁹ ou do grupamento fosfórico, como o Fenil-P, 10-MDP, BMP e Penta-P⁶.

A concentração dos monômeros acídicos nestes cimentos deve ser equilibrada, sendo suficientemente baixa para evitar a hidrofília excessiva do polímero formado, mas suficientemente elevada para alcançar um grau aceitável de autocondicionamento da dentina e do esmalte dental⁶. Fotoiniciadores como a canforoquinona, difenil-2,4,6-trimetilbenzoíla e óxido de fosfina (TPO) são adicionados ao componente ácido, enquanto as amins terciárias, como o N-etil, N-dimetilaminobenzoato (EDMAB), ou o N-dimetilaminobenzonitrila são incorporados à parte não-ácida⁶.

Além disso, para proporcionar um mecanismo de fotoiniciação por radical livre para ser usado juntamente com a presa química, uma amina terciária ou outro doador de elétrons é adicionado como fotoredutor e é isolado dos

monômeros acídicos, evitando a polimerização espontânea⁶. Assim que são manipulados, os CRAAs são hidrófilos, característica que facilita o molhamento da estrutura dental, mas se tornam hidrófobos conforme o seu potencial ácido é consumido na reação com o cálcio do dente e com os óxidos metálicos liberados pela partícula de carga⁶. O teor de carga total encontrado nos CRAAs é em torno de 60-75% em peso¹⁰.

REAÇÃO DE PRESA

Este cimento pode apresentar a reação de presa química ou dual. A presa química é uma característica essencial dos CRAAs, pois durante a fotoativação do cimento, a passagem de luz pode ser dificultada pela restauração, impedindo sua correta polimerização. Logo, a combinação da presa química juntamente com a fotoativação proporcionará uma maior conversão final e elevada resistência de união⁶. Tal fato foi destacado em vários estudos, que indicam melhora substancial nos níveis de conversão do metacrilato quando o modo de presa dual é comparado com a presa química isolada^{11,12}. O tempo de trabalho dos CRAAs autopolimerizáveis é de aproximadamente 2 minutos, variando de 3 a 7 minutos por influência da temperatura ambiente ou da cavidade bucal. Para os CRAAs de presa dual, deve-se realizar a fotoativação por 20 a 40s⁶.

De modo geral, assim que o cimento é misturado, os monômeros acídicos geram um pH de 1,5 a 3,0 que varia de acordo com a concentração de grupos funcionais ácidos e teor de umidade da estrutura dental. Na medida em que a reação ácido-base prossegue, ligações iônicas surgem entre os grupamentos ácidos e íons cálcio e alumínio, promovendo o aumento do pH⁶.

Além disso, alguns CRAAs contêm hidróxido de cálcio na sua formulação, que promove uma neutralização mais rápida¹³. Em relação à cinética da reação dos CRAAs, há um rápido aumento do pH de aproximadamente 2 para 4 na primeira hora após sua manipulação e atingem um pH neutro em até 48 horas¹⁴.

RESISTÊNCIA DE UNIÃO À ESTRUTURA DENTAL E AOS DIFERENTES SUBSTRATOS

Os CRAAs promovem união à estrutura dentária, ligas metálicas, cerâmica vítrea e zircônia¹⁵, de maneira equivalente aos CRs convencionais, sem requerer qualquer tratamento de superfície¹⁶. O mecanismo de adesão desses materiais depende de uma interação química e mecânica entre o cimento e o dente, e isso é atribuído aos monômeros ácidos que simultaneamente desmineralizam e infiltram a estrutura dental, promovendo uma retenção micromecânica⁴. Além disso, os monômeros funcionais fosfatados se unem quimicamente à hidroxiapatita do substrato dental, resultando em um mecanismo adicional de retenção.^{17,18,19}

Alguns autores²⁰ afirmam que temperatura do meio tem influência no desempenho dos CRAAs. A uma temperatura de 4°C, os cimentos apresentaram fraca resistência de união à dentina, enquanto que a 24°C e a 37°C, os cimentos apresentaram maior resistência de união à dentina. Entretanto, em outro estudo²¹, independente da temperatura, não houve aumento significativo na resistência de união dos CRAAs, que permaneceu inferior àquela obtida com o CR.

Avaliando a resistência de união à estrutura dental, foi observada diferença estatística entre os CRAAs e os CR²². Avaliando a resistência de união do Rely X Unicem ao

esmalte dental, menores valores foram encontrados quando o esmalte não foi condicionado pelo ácido fosfórico (19,6 MPa), diferente do esmalte dental previamente condicionado (35,6 MPa). A justificativa para este aumento na força de adesão ao esmalte dental condicionado está no surgimento de microporosidades na superfície, que promovem um maior embricamento mecânico entre o cimento e o substrato dental. Em contrapartida, quando a resistência de união à dentina não condicionada pelo ácido fosfórico foi avaliada, foram encontrados valores de 15,9 MPa, diferente da dentina pré-condicionada (5,9 MPa)¹⁸. O condicionamento com ácido fosfórico parece prejudicial à adesão dentinária, pois a malha de colágeno exposta impede a adequada infiltração do cimento, que é altamente viscoso.

Quanto à resistência de união da cerâmica à dentina, autores²³ afirmam que esta é material dependente, pois alguns CRAAs apresentaram resistência de união similar àquela promovida pelos CRs convencionais. Porém em outros estudos^{24,3}, em amostras não submetidas ao envelhecimento por estocagem, o cimento Rely X Unicem apresentou maiores valores de resistência de união quando comparado aos demais cimentos como o SpeedCem, SmartCem 2 e iCem. Para os espécimes submetidos ao envelhecimento, o Rely X Unicem também apresentou maiores valores de resistência de união do que os cimentos SpeedCem, SmartCem 2 e iCem.

Em relação ao tratamento da superfície cerâmica, um estudo²⁵ constatou que a resistência de união do CRAA à zircônia jateada é equivalente à promovida pelo CR convencional, e a adesão em ambos é melhorada pelo jateamento com o sistema Rocatec. Em outro estudo²⁶, a resistência de

união do CRAA Clearfil SA (Kuraray) em restaurações cerâmicas de zircônia jateadas sob baixa pressão (50 µm 1 bar) e pressão padronizada (50µm 2,8 bar) foi avaliada e foi observado que ambos os sistemas de jateamento são eficazes na resistência de união.

Também foi avaliada a resistência de união de vários CRs e CRAAs à dentina com tratamento prévio da superfície dental com Clorexidina a 2% por 60 segundos²⁷. Para grupos sem tratamento prévio, observou-se maior resistência de união à dentina para o CR convencional, seguido dos CRAAs. Nos grupos pré-tratados com a clorexidina, observou-se redução da resistência de união à dentina somente para o Panavia F.

A umidade remanescente na dentina também é um importante fator a ser considerado durante a cimentação com CRAAs. A secagem excessiva do substrato dentinário diminui a resistência de união dos CRAAs³. Por outro lado, o excesso de umidade na dentina promove diminuição da resistência coesiva, provavelmente resultado de gotículas de água que se acumulam em microespaços na rede de polímeros¹³.

O efeito dos ácidos tânico e poliacrílico também foram avaliados na resistência de união de CRAAs à dentina⁴. Estes ácidos apresentam alto peso molecular, promovendo um condicionamento superficial ao substrato dental, sem o risco do surgimento de sensibilidade pós-operatória. Os autores afirmam que a aplicação do ácido poliacrílico previamente à cimentação com o CRAA, promoveu um aumento na resistência de união, quando comparado ao grupo controle e ao ácido tânico²². Entretanto, o uso do ácido poliacrílico representa mais um passo operatório, que pode influenciar na etapa

crítica de secagem da dentina, além de dispensar a praticidade que o CRAA apresenta.

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DOS CRAAS

Pesquisas avaliaram as propriedades físicas e mecânicas dos CRAAs, comparando com outros tipos de cimentos. Comparando a resistência à flexão e à compressão de um CRAA, dois CFZs, dois CIVs, três CIVMRs e quatro CRs, o Rely X Unicem apresentou valores de resistência à flexão e à compressão semelhantes aos valores dos CRs, sendo superiores aos CFZ, CIV e o CIVMR²⁴. Entretanto, o CRAA apresentou uma significativa redução na resistência à flexão e compressão após estocagem por 150 dias²⁴.

Outro estudo¹¹ avaliou a dureza, a resistência à compressão e à flexão de três CRs, um CRAA, e um cimento à base de policarboxilato de zinco usado como controle. O Rely X Unicem apresentou os maiores valores de dureza, e os menores valores foram observados no Variolink II. Os valores de resistência à compressão obtidos pelo Rely X Unicem foram maiores que os do controle. Os maiores valores de resistência à flexão foram observados para o Variolink II, e os menores para Durelon.

A eficiência dos CRAAs na adaptação e selamento marginal são fundamentais para o seu sucesso do procedimento restaurador. A adaptação marginal de restaurações cerâmicas cimentadas com CRAA, CR, CIVMR e um CRAA à base de compômero (CAC) foi avaliada²⁹. Os resultados foram similares para o Rely X Unicem, Variolink II e Panavia F, enquanto deficiente adaptação marginal foi observada para o CIVMR e para o CAC. Em outro estudo, a adaptação e selamento marginais de coroas cerâmicas com margens em dentina foi investigada¹⁷ e o CRAA

Rely X Unicem se comportou de maneira semelhante aos outros CRs. Avaliando a adaptação de coroas em preparos com margem em esmalte e em dentina, e utilizando seis cimentos (um fosfato de zinco, um CIV convencional, um CIV modificado por resina, dois CRs e um CRAA), autores⁵ verificaram que o Rely X Unicem proporcionou um selamento marginal na dentina igual ou levemente superior ao encontrado na margem em esmalte. Já em outro estudo³⁰ o CRAA mostrou vedamento da dentina comparável ou superior aos outros CRs, mas em esmalte aconteceu o oposto, mostrando que este cimento não deve ser utilizado para a cimentação de facetas com preparo em esmalte, a menos que se realize um condicionamento ácido previamente.

Em relação à durabilidade de união ao substrato, pesquisadores³¹ avaliaram o desempenho de três CRs, um CFZ e um CRAA após ciclagem mecânica. O CRAA resistiu melhor aos ciclos do que o CFZ, porém foi inferior aos CRs. Já em outro estudo³² foi avaliado o comportamento do CRAA Rely X Unicem, CFZ e CIV na cimentação de coroas de zircônia. O Rely X Unicem apresentou-se resistente à fratura de forma semelhante aos outros cimentos.

BIOCOMPATIBILIDADE DOS CRAAS

As poucas informações sobre a biocompatibilidade dos CRAAs sugerem que eles são bem tolerados pela polpa dentária, desde que exista uma barreira dentinária. Um estudo¹³ comparou a resposta pulpar inflamatória do CRAA Rely X Unicem e do CR Variolink II na cimentação de restaurações indiretas em compósito resinoso. A resposta do CRAA Rely X Unicem foi mínima, a qual se correlaciona com a sua limitada penetração na dentina devido à

eliminação do pré-condicionamento ácido, além de sua viscosidade relativamente elevada, que o torna mais bem tolerado que os cimentos que dependem de condicionadores separados e sistemas adesivos⁶.

CONCLUSÕES

A eliminação de algumas etapas do procedimento de cimentação, como o condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo, contribui para a versatilidade dos CRAAs, tornando sua aceitação crescente pelos profissionais. Diante das boas propriedades físicas e químicas dos CRAAs, pode-se concluir que estes materiais podem apresentar um desempenho semelhante ao dos CRs convencionais. Entretanto, mais estudos são necessários para avaliar a efetividade dos CRAAs na resistência de união ao esmalte, que se apresenta menor que aquela promovida pelos CR convencionais.

REFERÊNCIAS

1. Hitz T, Stawarczyck B, Fischer J, Hämmerle CHF, Sailer I. Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength. *Dent Mat.* 2012; 28(11):1183-90.
2. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008; 10(4):251-8.
3. Guarda GB, Gonçalves LS, Correr AB, Moraes RR, Sinhoretto MAC, Correr-Sobrinho L. Luting glass ceramic restorations using a self-adhesive resin cement under different dentin conditions. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18(3):244-8.
4. Pavan S, Berger S, Bedran-Russo AKB. The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent.* 2010; 104(4):258-64.

5. Piwowarczyk A, Lauer H-C, Sorensen JA. Microleakage of various cementing agents for full cast crowns. *Dent Mater.* 2005; 21(5):445–53.
6. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements – chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011; 38(4):295–314.
7. Han L, Okamoto A, Fukushima M. Evaluation of physical properties and surface degradation of self-adhesive resin cements. *Dent Mater.* 2007; 26(6): 906–14.
8. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification / diffusion of self-adhesive cements into dentin. *J Dent Res.* 2008; 87(10):974–9.
9. Pavlinec J, Moszner N. Monomers for adhesive polymers, crosslinking polymerization of selected N-substituted bis(acrylamide)s for dental filling materials. *J Appl Polym Sci.* 2009; 113(2):3137–45.
10. Belli R, Pelka M, Petschelt A, Lohbauer U. In vitro wear gap formation of self-adhesive resin cements: A CLSM evaluation. *J Dent.* 2009; 37(12):984–93.
11. Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont.* 2004; 17(3):357–63.
12. Vrochari AD, Eliades G, Hellwig E, Wrbas K-T. Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. *Dent Mater* 2009; 25(9):1104–08.
13. De Souza Costa CA, Hebling J, Randall RC. Human pulp response to resin cements used to bond inlay restorations. *Dent Mater.* 2006; 22(10):954–62.
14. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent.* 2003; 5(4):267–82.
15. Passos SP, May LG, Barca DC, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Adhesive quality of self-adhesive and conventional adhesive resin cement to Y-TZP ceramic before and after aging conditions. *Oper Dent.* 2010; 35(6):689-96.
16. Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2007; 23(1):71-80.
17. Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handel G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. *Dent Mater.* 2004; 20(2):191–7.
18. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004; 20(10):963–71.
19. Fu BP, Sun XM, Qian WX, Shen YQ, Chen RR, Hannig M. Evidence of chemical bonding to hydroxyapatite by phosphoric acid esters. *Biomaterials.* 2005; 26(25):5104–10.
20. Cantoro A, Goracci C, Papacchini F, Mazzitelli C, Fadda GM, Ferrari M. Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *Dent Mater.* 2008; 24(5):577–83.
21. Cantoro A, Goracci C, Carvalho CA, Coniglio I, Ferrari M. Bonding potential of self-adhesive luting agents used at different temperatures to lute composite onlays. *J Dent.* 2009; 37(6):454-61.
22. Abo-Hamar SE, Hiller K-A, Jung H, Federlin M, Friedl K-H, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig.* 2005; 9(3):161–7.
23. Sarr M, Mine A, De Munck J, Cardoso MV, Kane AW, Vreven J. et al. Immediate bonding effectiveness of contemporary composite cements to dentin. *Clin Oral Investig.* 2010; 14(5):569–77.
24. Flury S, Lussi A, Peutzfeldt A, Zimmerli B. Push-out bond strength of CAD/CAM-ceramic luted to dentin with self-adhesive

- resin cements. *Dent Mater.* 2010; 26(9):855–63.
25. Blatz MB, Phark JH, Ozer F, Mante FK, Saleh N, Bergler M, Sadan A. In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. *Clin Oral Invest.* 2010; 14(12):187–92.
 26. Re D, Augusti D, Augusti G, Giovanetti A. Early bond strength to low-pressure sandblasted zirconia: evaluation of a self-adhesive cement. *Eur J Esthet Dent.* 2012; 7(2):164-75.
 27. Hiraishi N, Yiu CKY, King NM, Tay FR. Effect of 2% chlorhexidine on dentin microtensile bond strengths and nanoleakage of luting cements. *J Dent.* 2009; 37(6):440–8.
 28. Piwowarczyk A, Lauer H-C. Mechanical properties of luting cements after water storage. *Oper Dent.* 2003; 28(5):535–42.
 29. Rosentritt M, Behr M, Lang R, Handel G. Influence of cement type on the marginal adaptation of all-ceramic MOD inlays. *Dent Mater.* 2004; 20(5):463–69.
 30. Preuss A, Rosentritt M, Frankenberger R, Beuer F, Naumann M. Influence of type of luting cement used with all-ceramic crowns on load capability of post-restored endodontically treated maxillary central incisors. *Clin Oral Investig.* 2008; 12(2):151–6.
 31. Ngo Uy JN, Lian JN, Nicholls JI, Tan KB. Load-fatigue performance of gold crowns luted with resin cements. *J Prosthet Dent.* 2006; 95(4):315–22.
 32. Burke FJ, Fleming GJ, Abbas G, Richter B. Effectiveness of a self-adhesive resin luting system on fracture resistance of teeth restored with dentin-bonded crowns. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2006; 14(4):185–8.