

İrrigasyon Solüsyonlarının Koronal Bariyer Materyallerinin Bağlantı Dayanımına Etkisi

Effect of Irrigation Solution on Push-out Bond Strength of Coronal Barrier Materials

ÖZ

Amaç: BioAggregate simanı ve X-tra base kompozit rezinin push-out bağlantı dayanımlarını ve push-out bağlantı dayanımlarına EDTA ve klorheksidin irrigasyon solüsyonlarının etkisinin karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 24 adet maksiller orta keser diş dahil edildi. Dişlerin apikali #40 olacak şekilde ProTaper Next döner alet sistemi ile şekillendirildi. Daha sonra çapı 1.25 mm olan paralel bir post dirili yardımıyla kök kanalı içerisinde 10 mm uzunluğunda boşluk hazırlandı. Örneklerin 12 tanesinin kök kanallarının son yıkaması için sırası ile 2 ml %17 EDTA 2 dakika boyunca, 2 ml %5,25'lik NaOCl ve son olarak 5 ml distile su kullanıldı. Diğer 12 tanesinin son yıkaması için 2 ml %17 EDTA 2 dakika boyunca, 2 ml %5,25'lik NaOCl, 2 ml distile su, 2 ml %2 CHX ve 5 ml distile su kullanıldı. Kök kanalları hazırlanmış her bir diştten korono-apikal yönde kesitlerin kalınlığı 1 mm olacak şekilde su soğutması altında 5 adet horizontal kesit alındı. Kesitlerin yarısına BioAggregate diğer yarısına ise X-tra base kompozit rezin uygulandı. Daha sonra örneklerin push-out bağlantı dayanımları ölçüldü. Elde edilen veriler Student-t testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi ($P < 0,05$).

Bulgular: İrrigasyon solüsyonun materyallerin bağlantı dayanımına istatistiksel olarak etki etmediği bulundu ($P > 0,05$). XTB grubunun irrigasyon solüsyon türüne bakılmaksızın BA grubundan istatistiksel olarak dentine daha yüksek bağlantı dayanımı gösterdiği tespit edildi ($P < 0,05$).

Sonuç: Çalışmamızın sınırları dahilinde XTB bulk-fill kompozit rezininin push-out bağlantı dayanımının kalsiyum silikat esaslı BA simanından daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: BioAggregate, X-tra base, Push-out, EDTA, Klorheksidin.

ABSTRACT

Aim: To compare the push-out bond strength of BioAggregate cement and X-tra base composite resin and the effect of EDTA and chlorhexidine irrigation solutions on push-out bond strength of these materials.

Material and Method: Twenty-four maxillary central incisor teeth were included to the study. Teeth were prepared up to apical diameter #40 using ProTaper Next rotary system. Then, a parallel post drill with 1.25 mm diameter was used to create a 10 mm long space. 12 of the samples were irrigated with 2 ml 17% EDTA for 2 minutes, 2 ml 5.25% NaOCl and 5 ml distilled water respectively. Other 12 of the samples were irrigated with 2 ml 17% EDTA for 2 minutes, 2 ml 5.25% NaOCl, 2 ml distilled water, 2 ml 2% CHX and 5 ml distilled water respectively.

Taha ÖZYÜREK¹

Hande ÖZYÜREK²

Ebru ÖZSEZER DEMİRYÜREK¹

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı,
Samsun, Türkiye

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Pedodonti Anabilim Dalı,
Samsun, Türkiye



Geliş tarihi / Received : 12.06.2017

Kabul tarihi / Accepted: 09.08.2017

DOI: 10.21306/jids.2017.1.29

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Taha ÖZYÜREK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi,

Endodonti Anabilim Dalı,

Samsun, Türkiye

Tel/Phone: 0 362 312 19 19-30 02

E-posta/e-mail: tahaozyurek@hotmail.com

The roots were cut into 1-mm-thick parallel transverse sections in a coronal-to-apical direction (5 slice per tooth). Half of the slices were restored with BioAggregate and the other slices were restored with X-tra base composite resin. A push-out test was performed, and the data were analyzed statistically using Student-t test ($P < 0.05$).

Results: A significant effect of irrigation solution on push-out bond strength of BA and XTB was not observed ($P > 0.05$). Regardless of the type of irrigation solutions used, XTB had significantly higher bond strength than BA ($P < 0.05$).

Conclusion: Within the limitation of the present study XTB bulk-fill composite resin had the higher push-out bond strength than BA cement.

Key words: BioAggregate, X-tra base, Push-out, EDTA, Chlorhexidine.

GİRİŞ

Korono-apikal yönde meydana gelen mikrosızıntı endodontik başarısızlıkların ana sebeplerinden biri olarak gösterilmektedir (1). Literatürde endodontik tedavili dişlerin periradiküler sağlığının devamlılığı için koronal restorasyonun kalitesinin, kök kanal dolgusunun kalitesinden daha önemli olduğu bildirilmiştir (2). Yeterli koronal sızdırmazlığın sağlanamadığı durumlarda uzun dönemli endodontik başarının sağlanması zordur. Bu durumda kök kanal dolgusu yapılmış kanalların enfekte olması ve periapikal dokularda da enfeksiyon oluşması kaçınılmazdır (3). Kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra gutta-perkanın üzerine koronal mikrosızıntıya karşı bariyer görevi yapabilecek uygun bir malzemenin yerleştirilmesi sızıntının azaltılmasında ve başarı şansının artırılmasında avantaj sağlamaktadır (4). Bu amaçla geçici dolgu maddeleri, amalgam, intermediate restorative material (IRM), kompozit rezin, cam iyonomer siman ve mineral trioxide aggregate (MTA) gibi birçok malzeme kullanılmaktadır (5, 6).

BioAggregate (BA; Innovative BioCeramix, Vancouver, Kanada), MTA'ya alternatif olarak geliştirilen kalsiyum silikat esaslı bir simandır. MTA'dan farklı olarak BA alüminyum içermez ancak kalsiyum fosfat ve tantalyum oksit içerir. BA'nın çalışma süresi yaklaşık olarak 5 dakikadır ve tamamen sertleşmesi 4 ile 72 saat arasında sürmektedir. BA'nın MTA'dan farkı olarak alüminyum içermemesi daha az toksik olmasını sağlamaktadır (7). Ayrıca yapılan bir çalışmada BA'nın perforasyon tamir materyali olarak kullanıldığında MTA'dan daha iyi bağlantı gösterdiği bildirilmiştir (8).

Yakın zamanda piyasaya çıkan ve konvansiyonel kompozitlerin altında kullanılmak üzere üretilen bulk-fill kompozit rezinler, restorasyon süresini kısaltmasından dolayı popülerlik kazanmıştır. Bulk-fill kompozit rezinler yüksek ışık geçirgenliği sayesinde 4 mm derinliğinde polimerize olabilmektedirler (9).

Yaptığımız kapsamlı literatür taramasında X-tra base (XTB; Voco GmbH, Cuxhaven, Almanya) bulk-fill kompozit rezinin push-out bağlantı dayanımlarını karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenden dolayı çalışmamızın amacı kalsiyum silikat esaslı BA simanının ve XTB bulk-fill kompozit rezinin kök dentinine push-out bağlantı dayanımlarını ve push-out bağlantı dayanımlarına etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ve klorheksidin (CHX) irrigasyon solüsyonlarının etkisinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmamızın birinci sıfır hipotezi test edilen materyallerin push-out bağlantı dayanımları arasında istatistiksel fark olmayacağıdır. Çalışmamızın ikinci sıfır hipotezi ise test edilen materyallerin push-out bağlantı dayanımlarına EDTA ve CHX solüsyonlarının etki etmeyeceğidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Dişlerin Seçimi

Çalışmaya periodontal nedenle çekim endikasyonu konulmuş, tek ve düz köklü (0° - 5°) (10), kalsifikasyon göstermeyen 24 adet maksiller orta keser diş dahil edildi. Dişler x2,5 büyütme altında incelenerek kırık, çatlak ve çoklu apikal foramene sahip dişler çalışmaya dahil edilmeyerek, yenileri ile değiştirildi. Dişlerin kronları çalışmanın standardizasyonunu sağlamak amacıyla kök boyu 16 mm olacak şekilde ince bir elmas separe (Gebr. Brasseler GmbH & Co., Lemgo, Almanya) yardımıyla mine-sement sınırından, dişin uzun aksına dik olacak şekilde su soğutması altında uzaklaştırıldı.

Kök Kanal Şekillendirilmesi

Dişlerin kök kanallarına x2,5 büyütme altında #15 nolu K-tipi kanal eğesi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ile girilerek, eğe apikal foramenden görünene kadar ilerlendi ve bu boydan 1 mm çıkartılarak çalışma boyu belirlendi. Kök kanallarının şekillendirilmesi için ProTaper Next (PTN; Dentsply Maillefer) döner alet

sisteminin X1, X2, X3 ve X4 eğeleri sırasıyla kullanıldı. Eğeler, VDW Reciproc Gold (VDW, Münih, Almanya) endodontik motorunun “DR’S CHOICE” programında üretici firma talimatına göre 300 rpm hız ve 200 g cm⁻¹ tork değeri ile kullanıldı. Her yeni eğe seti en fazla 4 adet kök kanalı şekillendirmek için kullanıldı. Her eğe değişimi sırasında kök kanalları 2 ml %5,25 NaOCl solüsyonu ile yıkandı. Daha sonra çapı 1.25 mm olan paralel bir post dirili (ParaPost XT, Size 5; Coltene/Whaledent, Summit County, OH, ABD) yardımıyla kök kanalı içerisinde 10 mm uzunluğunda boşluk hazırlandı. Örneklerin 12 tanesinin kök kanallarının son yıkaması için sırası ile 2 ml %17 EDTA (Vista Dental Products, ABD) 2 dakika boyunca, 2 ml %5,25’lik NaOCl ve son olarak 5 ml distile su kullanıldı. Diğer 12 tanesinin son yıkaması için 2 ml %17 EDTA 2 dakika boyunca, 2 ml %5,25’lik NaOCl, 2 ml distile su, 2 ml %2 CHX (Werax, Spot diş deposu, İzmir, Türkiye) ve 5 ml distile su kullanıldı.

Push-out Testi İçin Örneklerin Hazırlanması

Kök kanalları hazırlanmış her bir diştan korono-apikal yönde kesitlerin kalınlığı 1 mm olacak şekilde su soğutması altında (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, ABD) 5 adet horizontal kesit alındı. Son yıkaması EDTA ile yapılmış örneklerden elde edilen kesitler (n:60) rastgele 2 adet alt gruba (n:30) ve son yıkaması CHX ile yapılmış örneklerden elde edilen kesitler (n:60) rastgele 2 adet alt gruba (n:30) ayrıldı. BA grubunda (30 adet son yıkaması EDTA ile yapılmış ve 30 adet son yıkaması CHX ile yapılmış dentin kesiti) üretici firma talimatına göre hazırlanan materyal, cam üzerinde elde edilen dentin kesitlerine bir el pluggerı (Dentsply Maillefer) yardımıyla yerleştirildi ve fazla materyal plastik bir spatula ile temizlendi. XTB grubunda (30 adet son yıkaması EDTA ile yapılmış ve 30 adet son yıkaması CHX ile yapılmış dentin kesiti) ise, elde edilen dentin kesitlerinin kanalları, %35’lik fosforik asit (3M ESPE, St. Paul, MN, ABD) ile 15 saniye asitlendi, 15 saniye yıkandı ve nemli kalacak şekilde hafif hava basıncıyla kurulandı. İki aşamalı adeziv Prime&Bond NT (Dentsply De Trey) dentine uygulandı ve 20 saniye bekletildi, daha sonra 5

saniye hafif hava basıncıyla kurulandı ve 10 saniye ışıkla (Elipar S10; 3M ESPE) polimerize edildi. Dentin diskleri cam üzerinde XTB ile doldurularak 40 saniye boyunca polimerize edildi. Hazırlanan örnekler sertleşmeleri için 37°C’de %100 nemli ortamda 7 gün boyunca bekletildi.

Push-out Bağlantı Testi

Elde edilen örneklerin sertleşmesi tamamlandıktan sonra örnekler, her bir kesit ortasında boşluk olan paslanmaz çelik kaideye sabitlenerek universal test cihazına (Instron Corporation, Canton, MA, ABD) bağlandı. Push-out testi için, apiko-koronal yönde, 1 mm çapında paslanmaz çelik silindirik uç kullanılarak 1 mm/dk. hızla bağlantı başarısız olana kadar kuvvet uygulandı. Elde edilen newton (N) değerleri aşağıdaki formül yardımıyla megapascal (MPa) değerine çevrildi.

Bağlantı Dayanımı (MPa) = Bağlantının Başarısız Olması İçin Gereken Kuvvet (N) / Bağlantının Gerçekleştiği Alan (mm²)

Bağlantının Gerçekleştiği Alan = 2 x p x r x h (h: dentin kesitin kalınlığı; r: dentin kesitinin kanalının çapı; p: sabit 3,14)

İstatistiksel Analiz

Verilerin normal dağılım gösterdiği Shapiro-Wilk testi ile belirlendi. Daha sonra gruplar arası istatistiksel fark Student-t testi kullanılarak hesaplandı. Bütün hesaplamalarda SPSS 21 (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanıldı ve istatistiksel önem seviyesi % 5 olarak ayarlandı.

BULGULAR

Test edilen materyallerin farklı irrigasyon solüsyonlarına göre push-out bağlantı dayanım değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir. İrrigasyon solüsyonun materyallerin bağlantı dayanımına istatistiksel olarak etki etmediği bulundu ($P > 0,05$). XTB grubunun irrigasyon solüsyon türüne bakılmaksızın BA grubundan istatistiksel olarak dentine daha yüksek bağlantı dayanımı gösterdiği tespit edildi ($P < 0,05$).

Tablo 1: Test edilen materyallerin push-out değerlerinin ortalama ve standart sapmaları (MPa).

	EDTA	CHX	P-değeri
BioAggregate	1,79 ± 0,34 ^{ax}	1,98 ± 0,42 ^{ax}	> 0,05
X-tra base	3,20 ± 0,49 ^{by}	3,86 ± 0,52 ^{by}	> 0,05
P-değeri	< 0,05	< 0,05	

* Farklı harfler arasında istatistiksel olarak fark vardır (^{ab} sütunlar için, ^{xy} satırlar için) ($P < 0,05$).

TARTIŞMA

İdeal bir endodontik siman kök kanal duvarlarıyla sıkı bir bağ kurabilmeli ve diş hareketleri veya tedavi işlemleri sırasında meydana gelen mekanik stresler gibi yerinden oynatıcı kuvvetlere karşı koyabilmelidir (11). Bundan dolayı, perforasyon tamiri, apikal tıkama ve koronal bariyer amacıyla kullanılan endodontik materyallerin push-out bağlantı dayanımları klinik olarak önem arz etmektedir. Ayrıca endodontik tedavi sırasında kullanılan ve dentin yüzeyini demineralize etme kapasitesi olan farklı irrigasyon solüsyonları, dentinin kimyasal bileşiminde değişikliklere neden olabilir ve kullanılan materyallerin dentine bağlantısını etkileyebilir (12, 13). Bu nedenden dolayı çalışmamızda BA ve XTB materyallerinin push-out bağlantı dayanımlarını ve EDTA ve CHX solüsyonlarının bu materyallerinin push-out bağlantı dayanımına etkisini incelemeyi amaçladık.

Endodontik materyallerin kök kanal dentin duvarlarına bağlantısı geleneksel makaslama ve push-out testleri gibi farklı test yöntemleri ile değerlendirilebilir. Push-out testinin kök dentinine bağlantıyı değerlendirmek için güvenilir ve pratik bir test olduğu bildirilmiştir (14, 15). Bu test yönteminde, kırılmaların kliniktekinde benzer olarak dentin-rezin bağlanma yüzeyine paralel olduğu ve bu yöntemin geleneksel makaslama testinden daha iyi değerlendirme imkanı sağladığı rapor edilmiştir (16). Bu nedenlerden dolayı çalışmamızda push-out test yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmamız sonuçlarına göre, uygulanan irrigasyon solüsyonundan bağımsız olarak, EXB grubunun push-out bağlantı dayanım değerinin BA grubundan istatistiksel olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenden dolayı çalışmamızın birinci sıfır hipotezi ret edilmiştir. EXB bulk-fill kompozit rezin ile daha önce yapılmış push-out çalışması olmadığından dolayı çalışmamız sonuçları diğer çalışmaların sonuçlarıyla direkt olarak karşılaştırılamamaktadır. Çalışmalarda bulk-fill kompozit rezinlerin geleneksel kompozit rezinlere göre bağlantı dayanımlarının oldukça yüksek olduğu gösterilmiştir (17, 18). Bu nedenle çalışmamızda dentine kimyasal olarak bağlanabilen bulk-fill kompozit rezinlerin, dentine kimyasal olarak bağlanamayan BA'dan daha yüksek bağlantı dayanımı gösterdiğini düşüncesindeyiz. Birçok çalışmada BA'nın MTA'dan daha düşük push-out bağlantı dayanımına sahip olduğu gösterilmiştir (8, 19). Park ve ark. (7) çalışmalarında BA simanının alüminyum içeriğine sahip olmadığını bildirmişlerdir ancak yapılan diğer çalışmalarda trikalsiyum alüminatın MTA gibi kalsiyum silikat esaslı

simanların dayanıklılığında önemli bir rolü olduğu bildirilmiştir (20, 21). BA sahip olduğu düşük push-out bağlantı değeri simanda eksik olan alüminyumdan kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamız sonuçlarına göre EDTA uygulamasının BA ve EXB materyallerinin push-out bağlantı dayanımlarını düşürdüğü ancak aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Bu nedenden dolayı çalışmamızın ikinci sıfır hipotezi kabul edilmiştir. Çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde, Govindaraju ve ark. (22) çalışmalarında EDTA kullanımının MTA ve BD simanlarının push-out bağlantı dayanımlarını istatistiksel olarak düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Bunun nedeni olarak EDTA solüsyonunun şelasyon ajanı olduğundan dolayı dentinin kimyasal yapısını etkileyebileceği bildirilmiştir (23, 24). CHX geniş antimikrobiyal etki göstermesinden ve bu etkisini uzun süreli korumasından dolayı kök kanal irrigasyonunda son yıkama solüsyonu olarak önerilmektedir (25, 26). Çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde Nassar ve ark., CHX solüsyonun bağlantı dayanımına negatif etkisi olmadığı bildirmişlerdir (27). Carrilho ve ark., CHX solüsyonun bağlantı dayanımının uzun dönem başarısına katkıda bulunduğunu rapor etmişlerdir (28).

SONUÇ

Çalışmamızın sınırları dahilinde XTB bulk-fill kompozit rezininin push-out bağlantı dayanımının kalsiyum silikat esaslı BA simanından daha yüksek olduğu bulunmuştur. EDTA ve CHX irrigasyon solüsyonlarının XTB ve BA materyallerinin push-out bağlantı dayanımını etkilemediği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Saunders W, Saunders E. Coronal leakage as a cause of failure in root-canal therapy: a review. *Dent Traumatol* 1994;10:105-8.
2. Ray H, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J* 1995;28:12-8.
3. Pisano DM, DiFiore PM, McClanahan SB, Lautenschlager EP, Duncan JL. Intraorifice sealing of gutta-percha obturated root canals to prevent coronal microleakage. *J Endod* 1998;24:659-62.
4. Parekh B, Irani RS, Sathe S, Hegde V. Intraorifice sealing ability of different materials in endodontically treated teeth: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2014;17:234.

5. Beckham BM, Anderson RW, Morris CF. An evaluation of three materials as barriers to coronal microleakage in endodontically treated teeth. *J Endod* 1993;19:388-91.
6. Chailertvanitkul P, Saunders W, Saunders E, MacKenzie D. An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of root-canal treated multirrooted teeth. *Int Endod J* 1997;30:318-22.
7. Park J-W, Hong S-H, Kim J-H, Lee S-J, Shin S-J. X-Ray diffraction analysis of white ProRoot MTA and Diadent BioAggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:155-8.
8. Hashem AAR, Amin SAW. The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an in vitro comparative study. *J Endod* 2012;38:245-9.
9. Campodonico CE, Tantbirojn D, Olin PS, Versluis A. Cuspal deflection and depth of cure in resin-based composite restorations filled by using bulk, incremental and transtooth-illumination techniques. *J Am Dent Assoc* 2011;142:1176-82.
10. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 1971;32:271-5.
11. Gancedo-Caravia L, Garcia-Barbero E. Influence of humidity and setting time on the push-out strength of mineral trioxide aggregate obturations. *J Endod* 2006;32:894-6.
12. Doğan H, Çalt S. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod* 2001;27:578-80.
13. Vilanova W, Carvalho-Junior J, Alfredo E, Sousa-Neto M, Silva-Sousa Y. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J* 2012;45:42-8.
14. Goracci C, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent* 2007;35:827-35.
15. Çiçek E, Özerol NB. İki Farklı Kanal Patının Farklı İrrigasyon Solüsyonları Kullanılarak Push-out Yöntemi ile Dentine Bağlanma Dirençlerinin Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2014;24:16-21.
16. Drummond J, Sakaguchi R, Racean D, Wozny J, Steinberg A. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. *J Biomed Mater Res* 1996;32:533-41.
17. Juloski J, Goracci C, Radovic I, et al. Post-retentive ability of new flowable resin composites. *Am J Dent* 2013;26:324-8.
18. Yakushijin KR, Colombo ZL, Augusto RJ, Figueiredo RA, Roulet JF. Bond Strength of a Flowable Bulk-fill Resin Composite in Class II MOD Cavities. *J Adhes Dent* 2015;17.
19. Saghiri MA, Garcia-Godoy F, Gutmann JL, Lotfi M, Asaturian A, Ahmadi H. Push-out bond strength of a nano-modified mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol* 2013;29:323-7.
20. Liu WN, Chang J, Zhu YQ, Zhang M. Effect of tricalcium aluminate on the properties of tricalcium silicate-tricalcium aluminate mixtures: setting time, mechanical strength and biocompatibility. *Int Endod J* 2011;44:41-50.
21. Shie M, Chang H, Ding S. Effects of altering the Si/Ca molar ratio of a calcium silicate cement on in vitro cell attachment. *Int Endod J* 2012;45:337-45.
22. Govindaraju L, Neelakantan P, Gutmann JL. Effect of root canal irrigating solutions on the compressive strength of tricalcium silicate cements. *Clin Oral Investig* 2016:1-5.
23. Watts JD, Holt DM, Beeson TJ, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. Effects of pH and mixing agents on the temporal setting of tooth-colored and gray mineral trioxide aggregate. *J Endod* 2007;33:970-3.
24. Lee Y-L, Lin F-H, Wang W-H, Ritchie H, Lan W-H, Lin C-P. Effects of EDTA on the hydration mechanism of mineral trioxide aggregate. *J Dent Res* 2007;86:534-8.
25. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod* 1994;20:276-8.
26. White R, Hays G, Janer L. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod* 1997;23:229-31.
27. Nassar M, Awawdeh L, Jamleh A, Sadr A, Tagami J. Adhesion of Epiphany self-etch sealer to dentin treated with intracanal irrigating solutions. *J Endod* 2011;37:228-30.
28. Carrilho M, Carvalho R, De Goes M, Di Hipolito V, Geraldini S, Tay F, et al. Chlorhexidine preserves dentin bond in vitro. *J Dent Res* 2007;86:90-4.