

ARAŞTIRMA

Farklı İrrigasyon Aktivasyon Yöntemlerinin Rezin Siman Kullanılarak Yapıştırılan Fiber Postların Bağlanma Dayanımına Etkileri

Ece İrem Oğuz(0000-0001-6128-9723)^α, Amirreza Seyedebrahimi(0000-0003-3923-6937)^β,

Emine Odabaşı Tezer(0000-0003-3669-5062)^β, Meltem Öztan(0000-0002-1693-0355)^β

Selcuk Dent J, 2022; 9: 394-401 (Doi: 10.15311/selcukdentj.874404)

Başvuru Tarihi: 04 Şubat 2021
Yayına Kabul Tarihi: 14 Ekim 2021

ÖZ

Farklı İrrigasyon Aktivasyon Yöntemlerinin Rezin Siman Kullanılarak Yapıştırılan Fiber Postların Bağlanma Dayanımına Etkileri

Amaç: Endodontik tedavi ve koronal harabiyeti fazla olan dişlerin restorasyonunda sıklıkla kullanılan fiber postların uzun dönem başarısında, postun dentine etkin bir şekilde bağlanması kritik önem taşır. Bu çalışmanın amacı, çeşitli irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin post boşluğunun farklı bölgelerinde fiber postların bağlanma dayanımına etkisini araştırmaktır.

Gereç ve Yöntemler: Endodontik tedavileri yapılan 48 adet alt 1. premolar diş, post boşluğuna uygulanacak olan irrigasyon yöntemine göre 4 gruba ayrıldı (n=12): pasif irrigasyon (PI); manuel-dinamik irrigasyon (MDI); sonik irrigasyon (SI), ultrasonik irrigasyon (UI). Fiber postlar, post boşluğuna kendinden adeziv rezin siman ile yapıştırıldı. Kökün koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinden, her biri 2 mm kalınlığında olmak üzere 3 enine kesit alındı. Her bir kesitteki push-out bağlanma dayanımları universal test cihazı kullanılarak MPa cinsinden hesaplandı. Başarısızlık tipleri her bir örneğin stereomikroskop altında incelenmesi ile şu şekilde gruplandı: siman-dentin arası adeziv başarısızlık-Adeziv(S/D); siman-fiber post arası adeziv başarısızlık-Adeziv(S/F); ilk 2 başarısızlık tipinin beraber görüldüğü başarısızlık-karma.

Bulgular: En düşük ortalama bağlanma dayanımı PI grubunda elde edildi (p<0.05). Diğer gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmadı (p>0.05). Deney gruplarından bağımsız olarak koronal bölge, apikal bölgeden daha yüksek bağlantı değeri gösterdi (p<0.05). MDI, SI ve UI gruplarında karma başarısızlık dominant olarak gözlenirken adeziv (S/D) başarısızlığı en fazla gösteren grup PI oldu.

Sonuç: Post boşluğu hazırlandıktan sonra pasif irrigasyona kıyasla manuel-dinamik, sonik veya ultrasonik irrigasyon aktivasyon yöntemlerinden herhangi birinin kullanılması, fiber postların kök kanal dentinine olan bağlanma dayanımını arttırmaktadır. Uygulanan irrigasyon yönteminden bağımsız olarak fiber postun kanal duvarlarına bağlanma dayanımı, koronal bölgede apikal bölgeden daha yüksektir.

ANAHTAR KELİMELELER

Bağlanma Dayanımı, Fiber Post, İrrigasyon Aktivasyonu, Push-Out Testi

ABSTRACT

The Effect of Different Irrigation Activation Protocols on The Push-Out Bond Strength of Fiber-Posts Cemented By Using A Resin Cement

Background: The effective bonding of fiber posts which are recommended in the restoration of endodontically treated teeth with excessive coronal damage is of critical importance for the long-term success. The aim of this study was to investigate the effect of various irrigation activation protocols on the push-out bond strength of fiber posts in different parts of the post space.

Methods: Forty-eight endodontically treated mandibular first premolar teeth were divided into 4 groups according to irrigation protocol (n=12): passive irrigation(PI); manual-dynamic irrigation(MDI); sonic irrigation(SI), ultrasonic irrigation(UI). Fiber posts were bonded with a self-adhesive resin cement. Three transvers sections, were obtained from the coronal, middle, and apical regions of the root, in 2 mm thick each. Push-out bond strength in each section was calculated in MPa using a universal-testing machine. Each sample was examined under a stereomicroscope and failure types were classified as follows: adhesive failure between cement and dentin-Adhesive(C/D); adhesive failure between cement and fiber post-Adhesive(C/F); the combination of both adhesive failure types-mix.

Results: The lowest bond strength was obtained for PI group (p<0.05). There was no statistically significant difference between the other groups (p>0.05). Coronal region showed higher bond strength than the apical region regardless of test group (p<0.05). While mixed failure was observed dominantly in the MDI, SI and UI groups, PI was the group that showed the adhesive(C/D) failure type in most.

Conclusion: After preparing the post space, the use of any of the manual-dynamic, sonic or ultrasonic irrigation activation methods increases the bond strength of fiber posts to root canal dentin compared to passive irrigation. Regardless of the irrigation method applied, the bond strength of the fiber post to the root canal was higher in the coronal region compared to the apical region.

KEYWORDS

Bond Strength, Fiber Post, Irrigation Activation, Push-Out Test

GİRİŞ

Yapısal olarak hasar görmüş endodontik tedavi dişlerin restorasyonu, fonksiyonun iadesi ve uzun vadeli klinik başarı için kritik önem taşır.¹ Koronal

restorasyonu kök kanalından destek alarak güçlendirmek ve diş yapısal bütünlüğüne ulaştırmak amacıyla çeşitli post sistemleri kullanılmaktadır.² Fiber postlar, diş yapısına benzer ışık geçirgenliği gösteren estetik yapıları ve dentine yakın elastik modülüsleri

^α Protetik Diş Tedavisi ABD, Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

^β Endodonti ABD, Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

sayesinde kök kırığı riskini azaltmaları özellikleriyle öne çıkmaktadırlar.^{3,4} Rezin simanlar kullanılarak fiber postların kök kanalına kimyasal olarak yapışması sağlanabilir, böylece kök-siman-post üçlü sistemi monoblok bir yapı oluşturarak restorasyonun tutuculuğunu güçlendirir.^{2,5}

Yapıştırma prosedürü, fiber postların başarısındaki önemli adımlardan biridir.⁶ Rezin simanların hem post yüzeyine hem de kök kanal dentinine etkin bir şekilde bağlanabilmesi için her iki yüzeyde de çeşitli işlemler yapılması gerekmektedir.^{1,5} Geçmişte yapılan araştırmalar postların adeziv başarısının post yüzeyindeki hazırlıklardan ziyade kök kanalının etkin bir biçimde temizlenmesine bağlı olduğunu göstermiştir.⁵⁻⁸ Post boşluğunun mekanik preparasyonu sırasında oluşan dentin talaşları, gütaperka ve pat kalıntıları, preparasyon sırasında oluşan smear tabakası dentin tübüllerini tıkayarak adeziv simanın dentine penetrasyonunu; dolayısıyla ikisi arasındaki kimyasal bağlantıyı olumsuz yönde etkiler.^{8,9} Bu sebeple post uygulaması öncesi hazırlanan post boşluğu çeşitli ajanlarla ve tekniklerle yıkanmaktadır.^{9,10}

Smear tabakasındaki organik bileşenler sodyum hipoklorit (NaOCl) ile çözülerek, inorganik bileşenler ise etilendiamintetraasetik asit (EDTA) ile dekalsifiye edilerek uzaklaştırılabilir.¹⁰ Kök kanal boşluğunun temizlenmesinde solüsyonların irrigasyon iğnesi ile uygulandığı geleneksel bir yöntem olan pasif irrigasyon yaygın olarak kullanılmaktadır.^{11,12} Fakat smear tabakasını çözen kimyasal ajanların dar post boşluğunun özellikle apikal kısmına pasif irrigasyon ile iletilmesi zor olabilir.⁶ Bu nedenle, irrigasyondan beklenen etkiyi arttırmak için çeşitli irrigasyon aktivasyon yöntemleri tanıtılmıştır.

Manuel-dinamik irrigasyon yönteminde kanal çapı ile uyumlu bir gutta-perka veya kanal aletine koronoapikal yönde itme-çekme hareketi uygulanır ve oluşturulan hidrodinamik hareket sayesinde irrigasyon solüsyonu aktive edilir.¹³ Sonik irrigasyonda kesiciliği olmayan özel kanal aletlerine 2-3 kHz'lik frekansta hava basıncıyla sinüzoidal ve salınma hareketleri olarak gönderilen titreşim enerjisi transfer edilir.¹⁴ Bu sistemde kullanılmak üzere özel olarak üretilen EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialities, Tulsa, OK, USA) aracılığıyla dönme hareketi olmaksızın kök kanalındaki ileri geri hareketlerle oluşan sinerjistik etki hidrodinamik aktivasyon sağlamaktadır.¹⁵ Irrigasyon solüsyonunu aktifleştirmek için kullanılan bir diğer yöntem ise ultrasonik sistemlerdir. Bu yöntemde ultrasonik dalgalar yoluyla titreşen akustik enerji, kanal aletinden kök kanalındaki irrigasyon solüsyonuna aktarılır ve dalgalanmalar meydana getirir.¹⁴ Böylece irrigasyon solüsyonunun apikal bölge de dahil olmak üzere kök kanalının tamamında aktive olması sağlanır.

Farklı irrigasyon solüsyonlarının ve aktivasyon yöntemlerinin kanal preparasyonundaki etkinliği daha

önceki birçok çalışmada araştırılmıştır.^{12,13,15} Fakat post boşluğu hazırlığı sonrası uygulanan aktivasyon yöntemlerinin fiber postların push-out bağlanma dayanımına etkisini araştıran çalışmalar kısıtlıdır. Bu bilgilerden yola çıkarak bu çalışmanın amacı, farklı aktivasyon yöntemleri uygulanan post boşluklarına rezin siman ile uygulanan fiber postların bağlanma dayanımlarını araştırmaktır. Çalışmanın birinci sıfır hipotezi, post boşluğuna irrigasyon solüsyonunun geleneksel pasif, manuel-dinamik, sonik ve ultrasonik irrigasyon aktivasyon sistemleri ile uygulanması sonrası simante edilen fiber postların push-out bağlanma dayanımları arasında fark olmayacağıdır. İkinci sıfır hipotez ise post boşluğunun farklı kesitleri arasında bağlanma dayanımı açısından fark olmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu araştırmanın metodolojisi Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 17.06.2020 tarihinde 06/02 karar no ile onaylanmıştır. Çalışmamıza benzer araştırmaların taranmasıyla elde edilen sonuçlardan yola çıkarak GPower 3.1.9.2 paket programı kullanılarak yapılan istatistiksel öngörü analizi sonuçlarına göre %80 güç ve 0.05 yanılma düzeyinde çalışmaya dahil edilmesi gereken minimum örneklem büyüklüğü 10 olarak hesaplanmış olup verilerin güvenilirliğini arttırmak için bu çalışmada her grupta 12 örnek olmasına karar verilmiştir (n=12).

Periodontal veya ortodontik sebeple çekilmiş olan benzer kök morfolojisine sahip 48 adet tek kanallı alt birinci premolar dişler %0.1'lik timol solüsyonunda bekletildi. Çürük mevcut olan, daha önceden kanal tedavisi uygulanmış bulunan, açık apeksli, kurvatürlü veya oval kök kanalına sahip dişler çalışmaya dahil edilmedi. Kök boylarında standardizasyonu elde edebilmek için apeksten 15 mm uzaklıkta olacak şekilde dişlerin koronal kısmı elmas fissür frezle su soğutması altında uzaklaştırıldı.

Çalışma uzunluğu #10 K tipi eğe yardımıyla apeksten çıkılıp, major apikal foramenden 1 mm kısa olacak şekilde ayarlandı. Kök kanalları, sırasıyla S1, S2, F1 ve F2 (#25/06) Ni-Ti döner kanal eğeleri (ProTaper Universal Rotary File; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) ve endomotor (X-Smart; Dentsply Maillefer) kullanılarak korondan apikale teknikte şekillendirildi. Tüm dişlerde kök kanal preparasyonu sırasında her eğe değişiminde 27-gauge (G) irrigasyon enjektörü ile 2 ml %5 NaOCl (Werax; Spot Diş Deposu Malzemeleri San. ve Tic. Ltd. Şti) ile irrigasyon yapıldı. Kemomekanik preparasyon tamamlandıktan sonra kök kanalları 1 dakika boyunca %17 EDTA (Werax) solüsyonu ile ve ardından distile su ile yıkandı. Kök kanalları kâğıt konlar (Absorbent Paper Points; President Dental, München, Germany) ile kurulandıktan sonra epoksi rezin bazlı kanal patı (Endoplus; President Dental) ve #F2 gütaperka (ProTaper; Dentsply Maillefer) kullanılarak tek kon tekniğiyle dolduruldu. Kanal ağız geçici dolgu

materyali (Cavit; 3M ESPE, Seefeld, Germany) ile kapatıldıktan sonra patin tam olarak sertleşmesi için kökler distile su içerisinde 48 saat boyunca 37°C'de etüvde bekletildi.

Post boşluğu 1 numaralı peeso-reamer frez (Largo Peeso reamer; Dentsply Maillefer) kullanılarak apikalde 4 mm kanal dolgusu kalacak şekilde 11 mm uzunluğunda hazırlandı. Ardından uygulanacak aktivasyon yöntemine göre her bir grupta 12 adet örnek olacak şekilde 4 deney grubu oluşturuldu ve irrigasyon solüsyonu olarak her grup için 2 ml %5 NaOCl kullanıldı. Çalışmada uygulanan aktivasyon yöntemlerine göre oluşturulan çalışma grupları şu şekildedir:

1. Pasif irrigasyon grubu (Pİ; kontrol): 1 dakika boyunca 27-G yandan delikli irrigasyon iğnesi servikal-apikal yönde ileri geri hareket ettirilerek ve toplam 2 ml %5 NaOCl kullanılarak irrigasyon yapıldı.

2. Manuel-dinamik irrigasyon grubu (MDİ): 1 dakika boyunca 100 defa olacak şekilde #30 güta-perka konun apikale doğru ileri ve geri hareket ettirilmesiyle irrigasyon yapıldı. Bu işlem post yuvası boşluğundaki solüsyon yenilenerek ve toplam 2 ml %5 NaOCl solüsyonu kullanılarak tamamlandı.

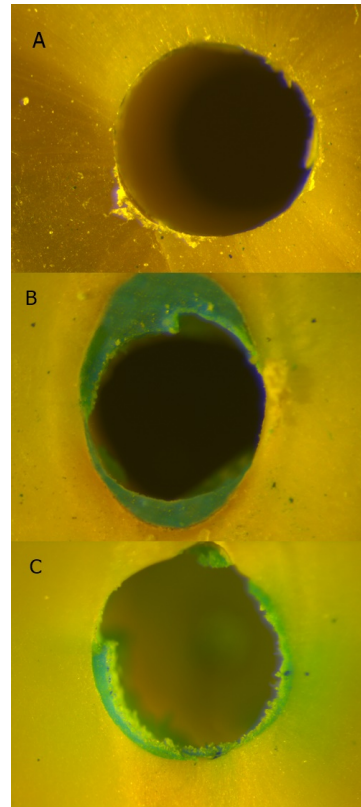
3. Sonik irrigasyon grubu (Sİ): 1 dakika boyunca toplam 2 ml %5 NaOCl solüsyonu post yuvası boşluğuna verilirken aynı zamanda dakikada 10.000 Hz frekansta çalışan sonik irrigasyon cihazı (EndoActivator; Dentsply, Tulsa Dental Specialities) ile polimer uç (35/04) kullanılarak irrigasyon yapıldı.

4. Ultrasonik aktivasyon grubu (Uİ): Post yuvası boşluğundaki %5 NaOCl solüsyonu ultrasonik cihaza (LM Powerhan; Parani, Finland) endodontik ultrasonik uç takılarak 20 sn aktive edildi. Ardından irrigasyon tekrarlandı ve bu işlem 1 dakika boyunca toplam 2 ml %5 NaOCl kullanılarak tamamlandı. İşlem sırasında kök kanal duvarlarına temas edilmedi.

Dış yüzeyi silan (Monobond N; Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) ile muamele edilen cam-fiber postlar (Reforpost No:1; Angelus, Londrina, PR, Brazil), kağıt konlar ile kurutulan post boşluğuna kendinden adeziv dual sertleşen kompozit rezin yapıştırma simanı ile (Panavia SA; Kuraray, Okayama, Japan) simante edildi. Siman, post boşluğuna rezin siman tüpünün ucuna takılan özel kanal içi aparatları ile dikkatli bir şekilde gönderildi ve fiber-post açılan post boşluğu uzunluğuna kanala yerleştirildi. Simanın fazlası kanal ağzından uzaklaştırıldı ve 1200 mW/cm² gücünde bir LED ışık cihazı (Bluephase 20i; Ivoclar Vivadent AG) ile 20 sn polimerize edildi. Örnekler 1 hafta boyunca 37°C ısıya sahip bir etüvde distile su içinde bekletildi.

Kökler uzun akslarına dik bir şekilde elmas diskler ile devamlı su soğutması altında enine kesitlere ayrıldı (Microcut 201; Metkon, Bursa, Türkiye). Servikal 1 mm kesit çıkarıldıktan sonra her bir kök apikal, orta ve servikal olmak üzere 2 ± 0.1 mm kalınlığında 3 kesite ayrıldı.³

Microcut cihazının elmas disklerinin kesim sırasında materyalden uzaklaştırdığı taş kalınlığı da dikkate alınarak (1 mm) servikal, orta ve apikal kesitler, post uzunluğunun servikal kök yüzeyinden itibaren sırasıyla 1., 4. ve 7. mm'lik kısımlarından elde edildi. Universal test cihazına (Lloyd LS series; Ametek Inc., Lloyd Instruments, Fareham, UK) monte edilen pinler fiber postun merkezine gelecek şekilde konumlandırıldı ve apikalden koronale 1 mm/dk hız ile push-out kuvveti uygulandı. Koronal kesit için 0.8, orta kesit için 0.5 ve apikal kesit için 0.3 mm çapında özel pinler kullanıldı. Newton cinsinden elde edilen değerler yüzey alanına bölünerek MPa cinsinden bağlanma kuvveti elde edildi.¹⁶ Push-out testi sonrası her bir örnek stereomikroskop (M3Z; Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) altında x40 büyütmede incelendi ve başarısızlık tipi belirlendi:¹⁷ Adeziv (S/D), siman-dentin arası adeziv başarısızlık; Adeziv (S/F), siman-fiber post arası adeziv başarısızlık; Karma, ilk 2 başarısızlık tipinin beraber görüldüğü başarısızlık (Şekil 1A-C). Elde edilen veriler R v.3.5.3 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) istatistik programında analiz edildi. Verilerin analizinde Tekrarlanan Ölçümlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanıldı ($\alpha=0.05$).



Şekil 1 A-C.

Başarısızlık tiplerine ait stereomikroskop görüntüleri (A) Adeziv (S/D), (B) Adeziv (S/F), (C) Karma.

BULGULAR

Tekrarlanan ölçümlü ANOVA sonuçlarına göre irrigasyon grupları ($F = 13.329$, $p = 0.001$) ve kesitlerin ($F = 3.508$, $p = 0.034$) kendi içinde karşılaştırmaları istatistiksel açıdan anlamlı iken; irrigasyon grupları ile kesitler arası etkileşim istatistiksel açıdan anlamlı bulunmadı ($F = 1.836$, $p = 0.102$) (Tablo 1).

Tablo 1.

Grupların alınan kesit bölgelerine göre karşılaştırılması sonucu elde edilen Tekrarlanan ölçümlü ANOVA sonuçları

	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Karelerin ortalamaları	F	P değeri
Aktivasyon grubu	1183.73	3	394.58	13329	0.000*
Grup*tekrür interaksiyonu	1272.93	43	29.60		
Kesit	173.32	2	86.66	3508	0.034*
Aktivasyon grubu * Kesit	272.11	6	45.35	1836	0.102
Bölge* grup* tekrür interaksiyonu	2124.58	86	24.70		

İstatistiksel olarak anlamlı olan değerler * ile işaretlenmiştir ($p < 0.05$).

Deney grupları arasında en düşük bağlantı değeri Pİ grubunda elde edildi (7.3 ± 3.55 MPa) ($p < 0.05$). Diğer irrigasyon aktivasyon yöntemlerinde elde edilen ortalama push-out bağlantı değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmadı ($p > 0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2.

Farklı aktivasyon yöntemlerine ait push-out bağlantı dayanımı değerlerinin (Mpa) karşılaştırılması

Aktivasyon Grubu	Ortalama \pm Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek
Pasif irrigasyon	7.3 ± 3.55^A	1.35	14.58
Manuel-dinamik irrigasyon	11.16 ± 5.52^B	3.1	23.63
Sonik irrigasyon	14.55 ± 5.05^B	3.9	27.39
Ultrasonik irrigasyon	14.34 ± 6.51^B	0.67	26.38

*Aynı büyük harf ile işaretlenmiş olan aynı sütundaki değerler arasında istatistiksel açıdan önemli fark yoktur ($p > 0.05$).

Köklerden elde edilen kesitlerde ortalama bağlantı değerleri göz önüne alındığında koronal bölge, apikal bölgeden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek ortalama bağlantı değeri gösterdi ($p < 0.05$). Orta bölge ise koronal ve apikal kesitlere benzer ortalama bağlantı değeri sergiledi ($p > 0.05$) (Tablo 3).

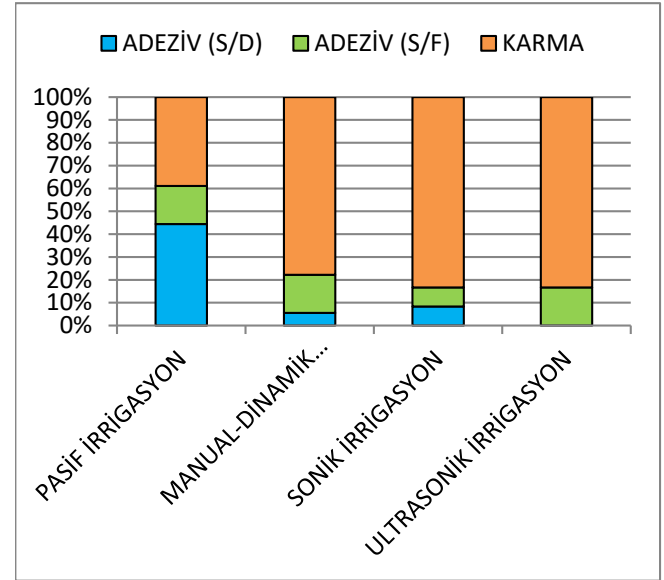
Tablo 3.

Farklı kök kesitlerinden elde edilen push-out bağlantı dayanımı değerlerinin (Mpa) karşılaştırılması

Kesit bölgesi	Ortalama \pm Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek
Koronal	10.37 ± 5.9^A	1.38	27.39
Orta	12.47 ± 6.64^{AB}	0.66	25.73
Apikal	12.97 ± 5.15^B	1.35	26.38

*Aynı büyük harf ile işaretlenmiş olan aynı sütundaki değerler arasında istatistiksel açıdan önemli fark yoktur ($p > 0.05$).

Başarısızlık tipleri Şekil 2'de gösterilmiştir. MDİ, Sİ ve Uİ gruplarında karma başarısızlık diğer başarısızlıklardan daha fazla gözlenirken (sırasıyla %78, %83 ve %83) Pİ grubunda adeziv (S/D) başarısızlık oranı diğer tiplerden daha yüksekti (%44) ve gruplar arasında bu başarısızlık tipini en fazla gösteren grup Pİ grubu oldu. Uİ grubunda adeziv (S/D) tipi başarısızlık hiç görülmedi.



Şekil 2.

Gruplardan elde edilen başarısızlık tiplerinin dağılımı

TARTIŞMA

Dentine yakın mekanik özellikler sergilemeleri sebebiyle fiber postlar, endodontik tedavi görmüş ve koronal harabiyeti fazla olan dişlerin protetik restorasyonunda sıklıkla önerilmektedir.¹⁰ Restorasyonun uzun dönem başarısı için fiber postların post boşluğundaki kök yüzeyine etkili bir şekilde bağlanması kritik önem taşır.¹ Bu bağlantıyı artırmak için post boşluğu hazırlandıktan sonra dentin yüzeyindeki smear tabakasını uzaklaştıracak çeşitli irrigasyon aktivasyon yöntemleri önerilmiştir.¹⁸ Çalışmamızda farklı irrigasyon aktivasyon sistemlerinin uygulanması sonrası simante edilen fiber postların push-out bağlantı dayanımları arasında önemli farklar tespit edilmiştir. Aynı zamanda post boşluğunun farklı

kesitlerinde elde edilen bağlanma dayanımları da birbirinden farklı bulunmuştur. Bu sebeple çalışmanın bulgularına dayanarak her iki sıfır hipotez de reddedilmiştir.

Çalışmamızda fiber-post uygulanacak kök kanalları kemomekanik preparasyon tamamlandıktan sonra tek kon tekniği ile doldurulmuştur. Literatürde dentine uygulanan çeşitli irrigasyon yöntemlerinin postların push-out bağlanma dayanımına etkisinin değerlendirildiği çalışmalarda tek kon yönteminin kullanıldığı araştırmalar mevcuttur.²⁻¹⁰ Bu nedenle mevcut çalışmada klinikte sıklıkla tercih edilen tek kon yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, daha önce yapılan bir çalışmada kanal dolgu yöntemi ve kullanılan patların post yuvası hazırlığı sonrasında apikal sızdırmazlığa etkisi, epoksi rezin ve metakrilat içerikli pat ve tek kon tekniği; epoksi rezin içerikli pat ve lateral kompaksiyon tekniği kullanılarak oluşturulan gruplar karşılaştırıldığında benzer bulunmuştur.¹⁹

Farklı dental materyallerin dentine bağlanmasını ölçmek için çeşitli testler kullanılmaktadır. Bunlardan en sık kullanılanı mikro-çekme bağlanma dayanımı testleridir.²⁰ Fakat bu yöntem, materyallerin kanal içi bağlanma dayanımlarının ölçülmesinde erken başarısızlıkla sonuçlanabileceği için kullanıma uygun değildir.²¹ Bu sebeple, materyallerin kanal içi dentine bağlanma dayanımının test edilmesi için kesme (shear-punch) bağlanma dayanımının uyarlanmış bir modeli olarak push-out testleri önerilmiştir.²² Chen ve ark.²³ push-out testini uygulamak için kullanılan itici pinlerin çapının test sonuçlarını önemli ölçüde etkilediğini ve arayüz stres dağılımlarının etkilenmemesi için pin çapının örnek çapına oranının 0.85'den küçük olması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu sebeple çalışmamızda, fiber postlara itici kuvvet uygulamak için koronal, orta ve apikal kesitlerde kullanılmak üzere 0.8, 0.5 ve 0.3 mm olacak şekilde 3 farklı çapta pinler özel olarak üretilmiştir. Böylece her bir kesit için homojen arayüz stres dağılımı sağlanarak test koşullarının standardizasyonu sağlanmıştır.²³

Çalışmamızda fiber postların dentine en düşük bağlantı değeri pasif irrigasyon grubunda bulunmuştur. Akyüz ve ark.,¹ bizim çalışmamıza benzer olarak koronal bölgede irrigasyon solüsyonunun ultrasonik yöntemle aktive edildiği grupta, pasif irrigasyona göre daha yüksek fiber-post bağlantı değerleri rapor etmişlerdir. Bitter ve ark.¹⁷ ise NaOCl'nin ultrasonik aktivasyonunun bazı adeziv sistemlerin fiber-post ile kök dentini arasındaki bağlantısını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte Fundaoğlu Küçükekenci ve Küçükekenci,²⁴ ultrasonik ve pasif irrigasyon yöntemleri arasında fiber-post bağlantı dayanımları açısından herhangi bir fark bulmadıklarını belirtmişlerdir. Bu araştırma ile mevcut çalışmanın sonuçları arasındaki çelişki, metodolojik farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Her iki çalışmada da fiber-postlar kendinden adeziv rezin siman ile post

boşluğuna yapıştırılmıştır. Yazarlar ultrasonik olarak aktivasyon yapılan grupta irrigasyon solüsyonu olarak sırasıyla EDTA, NaOCl ve distile su kullanmışlardır. Bizim çalışmamızda ise, tüm gruplarda aktive edilen solüsyon yalnızca NaOCl idi. Daha önce yapılan çalışmalar, NaOCl ve EDTA'nın kombine aktivasyonunun kök kanallarında aşırı pürüzlendirmeye sebep olarak kendinden adeziv rezin simanların kök dentininde bulunan smear tabaka ile hibrit yapı oluşumunu önlediğini, sonuç olarak fiber-post bağlanma dayanımlarını olumsuz yönde etkilediğini rapor etmiştir.^{9,10,25,26} Bu bilgiler göz önüne alındığında, NaOCl solüsyonunun EDTA olmaksızın aktivasyonu, kendinden adeziv rezin simanın fiber-post ile dentin arasındaki bağlantı dayanımını sağlamak açısından olumlu sonuçlanmıştır çıkarımı yapılabilir.

Carrasco ve ark.²⁷ sonik ve ultrasonik aktivasyon ile irrigasyon sonrası kanalda bulunan debris miktarının pasif irrigasyona göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir. Gu ve ark.⁶ ise, smear tabakasını uzaklaştırmada ultrasonik aktivasyonun herhangi bir üstünlük sağlamadığını, önceki araştırmalarla çelişen bu sonucun kanal anatomisindeki farklılıklardan ileri geliyor olabileceğini öne sürmüşlerdir. Galler ve ark.²⁸ tarafından yapılan bir çalışmada ise manuel-dinamik, sonik ve ultrasonik olarak aktive edilen irrigasyon solüsyonlarının dentin tübüllerindeki smear tabakasını uzaklaştırmada penetrasyon derinliği açısından etkinliği benzer bulunmuştur. Mevcut çalışmada manuel-dinamik, sonik ve ultrasonik aktivasyon yöntemleri uygulanan örnekler birbirine benzer ve pasif irrigasyondan daha yüksek fiber-post bağlantı değerleri göstermiştir.

Araştırmamızda koronal bölgeden elde edilen bağlanma dayanımı sonuçları apikal bölgeye göre önemli ölçüde daha yüksek bulundu. Bu bulgumuzu destekleyen araştırmalar mevcuttur.^{1,10,24} Kökün farklı bölgelerinde fiber-postun push-out bağlanma dayanımının farklı olması, dentin tübüllerinin yoğunluğu ve dağılımındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır.²⁴ Koronal bölgede dentin tübülleri daha yoğundur ve çapları daha geniştir, bu sebeple koronal bölgede rezin tag oluşumu daha etkin sağlanabilir.^{10,24} Ayrıca apikal bölgeye siman akışının daha kısıtlı olması ve yetersiz ışık geçisi sebebiyle polimerizasyonunun tam gerçekleşmemesi, bağlanma dayanımını negatif yönde etkileyebilir.¹⁰ Öte yandan çalışmamızda, uygulanan aktivasyon yöntemi ile kök kesitleri arasındaki etkileşim, bağlantı dayanımı üzerinde etkisiz olarak bulunmuştur. Bu sonuç, uygulanan aktivasyon yönteminden bağımsız olarak koronal bölgenin daha yüksek bağlanma dayanımı gösterdiğini ifade etmektedir.

Çalışmamızda push-out testi sonrası örneklerin stereomikroskop ile incelenmesi ile gözlenen başarısızlık tipleri, Bitter ve ark.¹⁷ tarafından yapılan çalışmada sınıflanan başarısızlık tiplerine benzer bir

şekilde simanın dentinden ayrıldığı (Adeziv S/D) ve simanın fiber posttan ayrıldığı (Adeziv S/F) olmak üzere 2 tip adeziv ve bunların birlikte görüldüğü karma tip başarısızlık olarak belirlendi. Literatürde bir diğer başarısızlık tipi olarak çeşitli araştırmacılar tarafından koheziv başarısızlık tanımlanmıştır.^{3,5,10,24} Fakat bizim çalışmamızdaki örnekler incelendiğinde bu tip başarısızlığa rastlanmadığı için başarısızlık tipleri sınıflamasında koheziv tip başarısızlığa yer verilmemiştir. Aktivasyon yapılan gruplarda büyük oranda her iki adeziv başarısızlığın birlikte görüldüğü karma başarısızlık tespit edilirken, pasif irrigasyon grubunda en yüksek oranda siman-dentin arası adeziv başarısızlık görüldü. Yapıştırma simanının dentin yüzeyinden ayrıldığı adeziv başarısızlık tipi, zayıf bir bağlantı dayanımının göstergesidir.¹⁷ Başarısızlık tiplerinin oransal olarak hesaplanmasıyla elde edilen bulgular, push-out bağlanma dayanımıyla elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Çalışmamızda tek bir siman tipi ve irrigasyon solüsyonunun kullanılması ve lazerle aktivasyon, ardışık düzenli basınç oluşturan cihazlar, döner aletlerle enstrümantasyon esnasında devamlı irrigasyon yoluyla aktivasyon gibi diğer irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin¹⁴ dahil edilmemesi çalışmanın limitasyonları arasında sayılabilir. Gelecekte yapılacak olan çalışmalar farklı tip rezin simanlar ile irrigasyon solüsyonları ve aktivasyon yöntemlerinin çeşitli kombinasyonlarının fiber-postların bağlanma dayanımlarına etkilerini araştırabilir.

SONUÇ

Çalışmamızın bulgularına dayanarak şu sonuçlar çıkarılabilir:

1.Fiber-postların kök kanal dentinine bağlanma dayanımını arttırmak için post boşluğu hazırlığı sonrasında NaOCl'in pasif irrigasyonu yerine manuel-dinamik, sonik veya ultrasonik sistemlerden biriyle aktivasyonu önerilebilir.

2.Uygulanan irrigasyon yönteminden bağımsız olarak post boşluğunun koronal bölgesinde apikal bölgeye göre daha iyi fiber-post bağlanma dayanımı elde edilmiştir.

Teşekkür

Yazarlar, çalışmanın istatistiksel analizini yapan Prof. Dr. Ensar Başpınar'a ve laboratuvar testlerindeki yardımları için Mustafa Yeşil'e teşekkürlerini sunar.

KAYNAKLAR

1. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. Effect of different irrigant activation protocols on push-out bond strength. *Lasers Med Sci* 2015;30:2143-9.
2. Okay T, Üçtaşlı M, Deniz Arısu H. Post boşluğuna bağlayıcı uygulamalarının kendinden bağlanabilen rezin siman kullanılarak yapıştırılan fiber postların push-out bağlanma dayanımlarına etkileri. *Acta Odontologica Turcica* 2017; 34(1): 24-30.
3. Belizario LG, Kuga MC, Hungaro Duarte MA, So MVR, Keine KC, Pereira JR. Effect of fiber post space irrigation with different peracetic acid formulations on the bond strength and penetration into the dentinal tubules of self-etching resin cement. *J Prosthet Dent* 2019;122:46 e1- e7.
4. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: A literature review. *Aust Dent J* 2011;56 Suppl 1:77-83.
5. Kırmalı Ö, Üstün Ö, Kapdan A, Kuştarıcı A. Evaluation of various pretreatments to fiber post on the push-out bond strength of root canal dentin. *J Endod* 2017;43:1180-5.
6. Gu XH, Mao CY, Kern M. Effect of different irrigation on smear layer removal after post space preparation. *J Endod* 2009;35:583-6.
7. Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: A microscopic investigation. *J Endod* 2002;28:355-60.
8. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. *Oper Dent* 2005;30:627-35.
9. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;97:381-7.
10. Moura AS, Pereira RD, Rached FJJ, Crozeta BM, Mazzi-Chaves JF, Souza-Flamini LE, et al. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fibre-reinforced posts. *Braz Oral Res* 2017;31:e29.
11. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: A computational fluid dynamics study. *Int Endod J* 2009;42:144-55.
12. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-98.
13. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J* 2008;41:60-71.
14. Akyüz Ekim ŞN, Erdemir A. Endodontide irrigasyon aktivasyon yöntemleri. *Atatürk Üniv Dış Hek Fak Derg* 2015;10:98-104.
15. Rödiger T, Döllmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, Hülsmann M. Effectiveness of different irrigant agitation techniques on debris and smear layer removal in curved root canals: A scanning electron microscopy study. *J Endod* 2010;36:1983-7.
16. Skidmore LJ, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of resilon and gutta-percha. *J Endod* 2006;32:963-6.
17. Bitter K, Hambarayan A, Neumann K, Blunck U, Sterzenbach G. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. *Eur J Oral Sci* 2013;121:349-54.
18. Topçuoğlu HS, Tuncay Ö, Demirbuga S, Dinçer AN, Arslan H. The effect of different final irrigant activation techniques on the bond strength of an epoxy resin-based endodontic sealer: A preliminary study. *J Endod* 2014;40:862-6.
19. Deniz Sungur D, Moinszadeh AT, Wesslink PR, Çalt Tarhan S, Özok AR. Sealing efficacy of a single-cone root filling after post space preparation. *Clin Oral Investig* 2016;20(5):1071-7.
20. Armstrong S, Geraldini S, Maia R, Raposo LH, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: A critical review of "micro" bond strength test methods. *Dent Mater* 2010;26:e50-62.
21. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, et al. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: Comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater* 2008;24:1405-11.
22. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: Comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci* 2004;112:353-61.
23. Chen WP, Chen YY, Huang SH, Lin CP. Limitations of push-out test in bond strength measurement. *J Endod* 2013;39:283-7.
24. Fundaoğlu Küçükkekenci F, Küçükkekenci AS. Effect of ultrasonic and Nd: Yag laser activation on irrigants on the push-out bond strength of fiber post to the root canal. *J Appl Oral Sci* 2019;27:e20180420.
25. Ertas H, Ok E, Uysal B, Arslan H. Effects of different irrigating solutions and disinfection methods on push-out bond strengths of fiber posts. *Acta Odontol Scand* 2014;72:783-7.
26. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent* 2002;30:99-105.
27. Carrasco R, Román R, Ojeda M, Vergara C. Sonic versus ultrasonic activation for the cleaning of the root canal after post space preparation: An in vitro study. *J Oral Res* 2015;4:255-62.

28. Galler KM, Grubmüller V, Schlichting R, Widbiller M, Eidt A, Schuller C, et al. Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation. *Int Endod J* 2019;52:1210-7.

Yazışma Adresi:

Ece İrem OĞUZ

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş
Tedavisi Anabilim Dalı, Emniyet Mahallesi İncitaş Sokak,
Yenimahalle, ANKARA

E-mail: eikiyan@ankara.edu.tr