

AH Plus'ın geleneksel yöntem ya da PIPS aktivasyonu ile uygulanan yıkama solüsyonlarıyla muamele edilmiş kök dentini yüzeyini ıslatabilirliği

Wettability of AH Plus on root dentin treated with irrigation solutions with conventional methods or PIPS activation

Dr. Öğr. Üyesi Makbule Bilge Akbulut
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, Endodonti A.D., Konya

Dr. Öğr. Üyesi Arslan Terlemez
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği
Fakültesi, Endodonti A.D., Konya

Arş. Gör. Ahmet Burçin Batıbay
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Konya

Geliş tarihi: 13 Ağustos 2017

Kabul tarihi: 20 Kasım 2017

doi: 10.5505/yeditepe.2018.06978

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Makbule Bilge Akbulut
Karacıoğlu Mah. Ankara Cad. No: 74/a Karatay/Konya-Türkiye
Tel: +90 544 440 75 25
E-posta: dt.bilge@yahoo.com

ÖZET

Amaç: Bu *in vitro* çalışmanın amacı; epoksi rezin içerikli kök kanal patınının (AH Plus) sodyum hipoklorit (NaOCl), klorheksidin glukonat (CHX), etilendiamintetraasetik asit (EDTA) yıkama solüsyonlarının geleneksel yöntemle ya da foton indüklü fotoakustik dalgalanma (PIPS) aktivasyon tekniğiyle uygulandığı dentin yüzeyini ıslatabilirliğini değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışma için 60 adet tek köklü diş hazırlandı ve dişler silikon ölçü maddesi içerisine sabitlendi. Silikon sertleştikten sonra dişler bukkolingual yönde dikey olarak iki parçaya ayrıldı. Bir yarım diş örneği tekrar silikon içerisine yerleştirildi. Örnekler 6 deney grubuna ayrıldı (n=10) ve şu yıkama prosedürleri uygulandı: Grup 1, NaOCl; Grup 2, CHX; Grup 3, EDTA; Grup 4, NaOCl+PIPS; Grup 5, CHX+PIPS; Grup 6, EDTA+PIPS. İşlem görmeyen diğer yarım diş örneklerinden rastgele seçilen 10 tanesi kontrol grubu olarak kullanıldı ve distile su içerisinde bekletildi. Bir damla kök kanal patı her bir kuru dentin yüzeyine damlatıldı. Kanal patı ve kök dentini arasındaki temas açısı dinamik temas açısı ölçüm cihazıyla belirlendi. Veriler, tek yönlü varyans analizi ile istatistiksel olarak analiz edildi.

Bulgular: Ortalama temas açısı değerleri NaOCl grubunda 60.93°, CHX grubunda 57.77°, EDTA grubunda 64,61° olup deney grupları ve kontrol grubunun temas açıları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Yıkama solüsyonlarının PIPS ile aktivasyonu AH Plus'ın ıslatma davranışını değiştirmemiştir (p >0,05).

Sonuç: Bu *in vitro* çalışmanın sınırları dahilinde yıkama solüsyonunun türü ve uygulama metodu AH Plus'ın ıslatma davranışını etkilememiştir.

Anahtar kelimeler: AH Plus, ıslatabilirlik, kök kanal yıkama solüsyonları, PIPS, temas açısı

SUMMARY

Aim: The aim of this *in vitro* study was to evaluate the wetting behavior of epoxy-resin based sealer (AH Plus) on root dentine treated with sodium hypochlorite (NaOCl), chlorhexidine gluconate (CHX) and ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA) with conventional methods or photon-induced photoacoustic streaming (PIPS) combination.

Materials and Methods: Sixty single rooted teeth were prepared and fixed in silicone impression material. After setting, teeth were sectioned vertically on buccolingual direction. One half was removed and the other half was placed into the silicone. Then, the samples were divided into 6 groups (n=10) and following irrigation procedures were applied: Group 1, NaOCl; Group 2, CHX; Group 3, EDTA, Group 4, NaOCl+PIPS; Group 5, CHX+PIPS; Group 6, EDTA+PIPS. Untreated halves of randomly selected ten teeth were used as control and incubated in distilled water. One droplet of sealer was placed on each dried sample. Dynamic Contact Angle Analyzer was used to measure contact angle between sealer and root dentin. Data was statistically analyzed using the one-way ANOVA

test.

Results: The mean contact angle value was 60.93° in NaOCl group, 57.77° in CHX group, 64.61° in EDTA group and there was no statistically significant difference between contact angles in experimental groups and control group ($p>0,05$). PIPS activation of irrigation solutions did not significantly change wetting behavior of AH Plus ($p>0,05$).

Conclusion: Within the limitations of this *in vitro* study, wetting behavior of AH Plus on dentin, was not affected by the type of the irrigation solution or application technique.

Key words: AH Plus, wettability, root canal irrigation solutions, PIPS, contact angle

GİRİŞ

Kök kanal dolgusu, uzun dönem başarılı bir endodontik tedavi için gerekli olan önemli işlem basamaklarından birisidir. Kök kanal sisteminin üç boyutlu doldurulması ile oral kaviteden periradiküler dokulara mikroorganizmalar ve toksik yan ürünlerin geçişinin engellenebildiği sızdırmaz bir kapatma amaçlanır.¹ Günümüzde, kök kanallarının doldurulması için gutta perka gibi bir kor materyali ve kök kanal dolgu patı kullanılmaktadır. Altın standart olarak seçilen AH Plus (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Almanya) epoksi rezin içerikli baz ve katalizörden oluşan çift patlı bir sistem olup çalışmalarda sıklıkla kontrol materyali olarak kullanılmaktadır.²

Yıkama solüsyonları kök kanallarının şekillendirilmesi ve temizlenmesi işlemleri boyunca kullanılmaktadır. Sodyum hipoklorit (NaOCl) güçlü antibakteriyel aktivitesi ve doku çözücü özelliği dolayısıyla endodontide en yaygın kullanılan yıkama solüsyonu olarak karşımıza çıkmaktadır.³ Klorheksidin glukonat (CHX), substantif özelliklere sahip etkin bir antibakteriyel yıkama solüsyonudur.^{4,5} Endodontik tedavi işlemleri içinde klorheksidin, hem kanal içi medikament hem de son yıkama solüsyonu olarak önerilmiştir.³ Bir şelasyon ajanı olan etilen diamin tetra asetik asit (EDTA) ise smear tabakasını uzaklaştırmak amacıyla kök kanal yıkamasının bir parçası olarak yerini almıştır. NaOCl ile birlikte kullanıldığında EDTA'nın smear tabakasını ortadan kaldırdığı ve debrisini etkin şekilde uzaklaştırdığı aynı zamanda dentinde yüksek oranda aşınmaya neden olduğu gösterilmiştir.⁶

Kök kanal sistemi, temizlenebilirlik açısından karmaşık bir anatomik yapı sergiler. Yıkama solüsyonunun temizleme etkinliğini arttırmak amacıyla pek çok yıkama aktivasyon yöntemi önerilmiştir.⁷ Bu yöntemler arasında 'Foton İndüklenmiş Fotoakustik Dalgalanma' (Photon Induced Photoacoustic Streaming- PIPS®) tekniği endodontide son yıllarda popülerite kazanmaktadır. PIPS, ER:YAG lazer ile kullanılan, radyal ve şerit şeklinde tasarlanmış uç ile uygulanarak kök kanallarından bakteri ve smear tabakasını uzaklaştırmayı hedefleyen spesifik bir lazer aktivasyon

yöntemidir.⁸

Kök kanal patının dentine yapışması, intraradiküler dentin yüzeyinin serbest yüzey enerjisinden etkilenmektedir.^{9,10} Islatabilirlik, önemli fizyokimyasal özelliklerden biri olup bir damla sıvı ile katının düzgün yüzeyi arasında oluşan temas açısı ile ifade edilmektedir.^{11,12} Literatürde, yıkama solüsyonlarının kanal patının ıslatma davranışına etkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur.^{12,13} Fakat yıkama solüsyonlarının PIPS ile aktivasyonu sonrasında kanal patının dentin yüzeyini ıslatabilirliğini değerlendiren çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı NaOCl, CHX, EDTA solüsyonları ve bu solüsyonların PIPS ile aktivasyonu sonrasında AH Plus'ın kök kanal dentini yüzeyi ile oluşturduğu temas açılarını analiz etmektir. Çalışmanın hipotezi, farklı yıkama solüsyonları uygulanan dentin yüzeyi üzerindeki temas açısı değerleri arasında fark olmayacağı ve PIPS aktivasyonunun temas açısı değerlerini değiştirmeyeceğidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Diş örneklerinin hazırlanması

Bu çalışma için ortodontik veya periodontal nedenlerle çekilmiş 60 adet tek köklü insan dişi kullanıldı. Diş yüzeyleri üzerindeki diş taşları kretuar yardımıyla uzaklaştırıldı. Dişlere standart endodontik giriş kavitesi açıldı. Kök kanalları Protaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğeleri ile apikal çap #40'a kadar genişletildi. Her ege arasında kök kanalları 1mL distile su ile yıkandı. Giriş kavitelerine küçük pamuk pelet yerleştirildi. Sonrasında dişler, içerisinde silikon ölçü maddesi (Zetaplus; Zhermack SpA, Badia Polesine, İtalya) bulunan 1,5 mL'lik Eppendorf tüplerinde sabitlendi. Silikon ölçü maddesi sertleştikten sonra dişler çıkartıldı ve bukkolingual yönde dikey olarak kesildi. Elde edilen yarım diş örneklerinden bir tanesi tekrar Eppendorf tüpü içerisine yerleştirildi ve örnekler rastgele altı deney grubuna ayrıldı (n=10). Yıkama solüsyonları ve PIPS uygulaması esas alınarak hazırlanan deney grupları aşağıdaki gibidir;

Grup 1: 6 mL hacminde %2,5'lük NaOCl (Imicryl, Konya, Türkiye) konvansiyonel şırınga yöntemi ile 60 saniye boyunca uygulandı. Enjektör ucu (27 gauge boyutlu) kök apeksinden 1 mm geride olacak şekilde konumlandırıldı ve ileri-geri hareket ettirildi.

Grup 2: Diş örnekleri 6 mL hacminde %2'lik CHX (Ceraxidin-C, Imicryl, Konya, Türkiye) ile 60 sn boyunca yıkandı. Tedavi protokolü grup 1'deki gibidir.

Grup 3: Altı mL hacminde %17'lik EDTA (Imicryl, Konya, Türkiye) solüsyonu grup 1'deki gibi 60 sn boyunca kök kanallarına uygulandı.

Grup 4: Bütün PIPS gruplarında yıkama aktivasyonu için 2.940 nm dalga boyuna sahip ER:YAG lazer cihazı (FOTONA, Ljubljana, Slovenya) ve 14 mm uzunluğunda 0.4 mm

çapında konik endodontik fiber uç kullanıldı. 0.9 W, 30J/ pulse and 30Hz parametreleri seçildi. Başlangıç olarak 0.5 mL NaOCl, yarım diş ve silikon ölçü maddesi arasındaki boşluğa aktarıldı. PIPS ucu dişin koronal seviyesinde konumlandırıldı ve aktivasyon başlatıldı. Uygulama boyunca NaOCl sürekli olarak ilave edildi. Toplam yıkama solüsyonu hacmi 6 mL olup lazer aktivasyonu süresi toplamda 60 sn'dir.

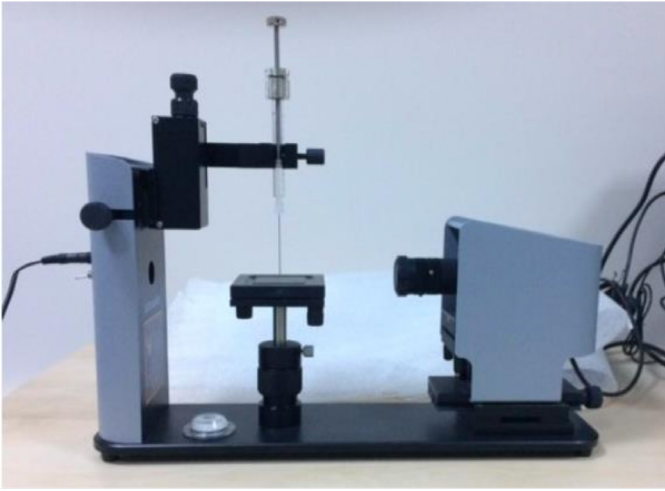
Grup 5: Dördüncü gruptaki aktivasyon protokolü %2'lik CHX için uygulandı.

Grup 6: Dördüncü gruptaki aktivasyon protokolü %17'lik EDTA için uygulandı.

Deney işlemleri uygulandıktan sonra kanallar 5 mL distile su ile yıkandı. Örnekler, temas açısı ölçümleri yapılabildiği kadar distile su içerisinde bekletildi. Yıkama işlemlerine tabi tutulmayan rastgele seçilmiş yarım diş örnekleri kontrol olarak kullanıldı (n=10).

Temas açısı ölçümü

Yarım diş örneklerinin apikal üçlüsü yatay olarak kesildi ve uzaklaştırıldı. Örneklerin kalan koronal parçası temas açısı ölçümü için kullanıldı. İşlem görmemiş dentin yüzeyleri su zımparası yardımıyla pürüzsüz hale getirildi. Diş örnekleri 5.5 basınçlı hava ile 2 sn boyunca kurutuldu. Temas açısı ölçümleri oda sıcaklığında kameralı temas açısı ölçüm cihazıyla (Attension Theta Lite Tensiometer, Biolin Scientific, ABD) gerçekleştirildi (Resim 1). Diş örneği, cihazın plakası üzerine yapışkan mum yardımıyla sabitlendi. Ölçüm yapılacak yüzey plakaya paralel olacak şekilde konumlandırıldı.



Resim 1: Temas açısı ölçüm cihazı

AH Plus, üretici firmanın talimatları doğrultusunda baz ve katalizörü karıştırılarak hazırlandı. Her bir örnek için 1 mm çapında bir damla pat kanal yüzeyine (kökün orta üçlüsüne) spreader yardımıyla damlatıldı ve pat, kök dentiniyle temas ettiği andan itibaren 10 sn boyunca görüntülü kayıt alınarak temas açısı değerleri kaydedildi. Her bir grup için 10 damla kök kanal patı (n=10) analiz edildi.

İstatistiksel Analiz

Çalışma verileri değerlendirilirken parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks ve Kolmogorov-Smirnov testleri kullanılarak değerlendirildi. Parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi kullanıldı. IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) istatistik paket programı kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Analiz sonuçları %95 güven düzeyinde ele alındı ve $p < 0,05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

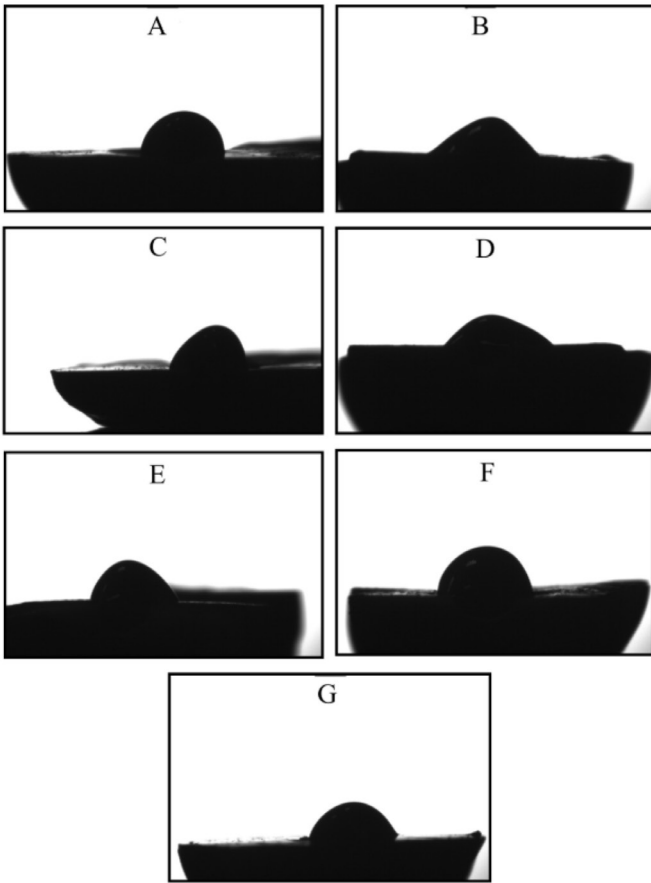
BULGULAR

Farklı deney gruplarında ve kontrol grubunda, AH Plus ve kök dentini yüzeyi arasında oluşan ortalama temas açısı değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Her grupta dentin yüzeyiyle temas eden AH Plus damlasının temsili görüntüleri Resim 2'de gösterilmiştir. Farklı yıkama solüsyonları uygulanan kök dentini yüzeyinde AH Plus'ın ortalama temas açısı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Örneklere, ilave PIPS aktivasyonu ile yapılan yıkama solüsyonu uygulaması da AH Plus'ın ıslatma davranışını istatistiksel olarak değiştirmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 1: Deney grupları ve kontrol grubundaki kök dentini yüzeyi ile AH Plus arasında oluşan temas açısının ortalama ve standart sapma değerleri

Gruplar	Ort ± SS
NaOCI	60,93 ± 20,06
CHX	57,77 ± 15,58
EDTA	64,61 ± 16,81
NaOCI+PIPS	46,20 ± 24,23
CHX+PIPS	60,20 ± 21,33
EDTA+PIPS	60,57 ± 19,02
Kontrol	53,63 ± 13,53

Tek yönlü varyans analizi, $p=0,63$



Resim 2. Kök dentini yüzeyine temas eden AH Plus damlası görüntüsü; (A) NaOCl, (B) CHX, (C) EDTA, (D) NaOCl + PIPS, (E) CHX + PIPS, (F) EDTA + PIPS, (G) Kontrol-distile su

TARTIŞMA

Yüzey gerilimi ya da daha temel nicelik olan serbest yüzey enerjisi, yüzeyin fiziksel kimyasını belirlemede önemli rol oynar. Serbest yüzey enerjisi, diğer bir ifadeyle ıslatabilirlik, yüzey tepkiselliğinin ya da maddenin çevresine yapışkanlığının ölçüsüdür ve atomlar arası etkileşme sonucu ortaya çıkmaktadır.¹² Temas açısı ile ıslatabilirlik arasında ters orantı mevcuttur. Temas açısı azaldıkça, ıslatabilirlik dolayısıyla yapışma (adezyon) artmaktadır.¹⁴ Temas açısı ölçümü, kök kanal patlarının kapatma özelliğini değerlendirmemizde direk yolla olmasa da yardımcı olmaktadır.

Bu çalışmada PIPS aktivasyonunu klinik duruma en yakın şekilde gerçekleştirebilmek için yarım diş örneği kullanılmış olup dişin diğer yarısının silikon ölçü maddesi içerisinde oluşturduğu boşluk yıkama solüsyonu için rezervuar bölge olarak kullanılmıştır. Örnekleri zımparalama işlemi PIPS aktivasyonundan sonra gerçekleştirilmiş ve PIPS'in uygulandığı kök kanalı bölgesinin bu zımparalama işlemi esnasında zarar görmemesine özen gösterilmiştir. Her ne kadar temas açısı ölçümlerinin ideal olarak temiz, rijit ve pürüzsüz katı yüzeyler üzerinde gerçekleştirilmesi gerektiği bildirilse de temizleme ve şekillendirme işlemleri sonrasında pürüzsüz ve kimyasal olarak homojen bir dentin yüzeyi elde etmek mümkün olmamaktadır.¹⁴⁻¹⁶

Bu çalışma modeli, daha önce Kuştarıcı ve ark. tarafından lazerle aktive edilmiş yıkama solüsyonu yardımıyla kalsi-

yum hidroksitin kök kanallarından uzaklaştırılmasını değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.¹⁷ Bu çalışmada da AH Plus'ın işlem görmüş dentin yüzeyindeki temas açısını değerlendirmek üzere uyarlanmıştır. Patın dentin yüzeyi üzerinde yayılmasını beklemek amacıyla temas açısı değerleri 10 sn boyunca kaydedilmiş ve ortalaması alınmıştır. Kanal yüzeylerinin basınçlı hava ile kurutulması her ne kadar klinik durumu yansıtmasa da standardize dentin yüzeyleri elde edebilmek için bu yöntem başvurulmuştur.¹⁵ Yine standardizasyonu sağlamak amacıyla eşit hacimli kanal patı örneği dentin yüzeyi üzerine damlatılmıştır.

Çalışmamızın bulguları temas açısı değerleri bakımından farklı yıkama solüsyonları arasında anlamlı fark olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla çalışmamızın başında kurulan hipotez kabul edilmiştir. Düşük temas açısı değerleri (<90°) sıvının iyi ıslatabilme özelliği olduğunu gösterirken yüksek temas açısı (>90°) değerleri zayıf ıslatma özelliği olduğuna işaret etmektedir. Temas açısı değerinin 0° olması ise tamamen ıslatma gerçekleştiğine işaret etmektedir.¹⁸ Nitekim çalışmamızın bulguları AH Plus'ın temas açısı değerlerinin bütün gruplar için ortalama 65°'nin altında olduğunu göstermektedir. Silikon esaslı ve metakrilat esaslı patlarla kıyaslandığında AH Plus'ın, yıkama yapılmış dentin yüzeyi üzerinde daha iyi ıslatma davranışı sergilediği gösterilmiştir.¹⁵ Ancak, çalışmamızda sadece AH Plus kullanılmıştır, diğer patlarla karşılaştırma yapılmamış ve yıkama solüsyonlarının AH Plus'ın ıslatma davranışına etkisi incelenmiştir.

Literatürde AH Plus'ın dentin yüzeyini ıslatabilirliğinin değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça azdır. Farklı solüsyonlar uygulanmış dentin yüzeyinde kanal patlarının oluşturduğu temas açısını değerlendiren ilk çalışma Assis ve ark. tarafından 2011 yılında yapılmıştır.¹³ Bu çalışmada; smear tabakasının korunduğu durumla karşılaştırıldığında smear tabakasının kaldırılınca kanal patlarının dentin yüzeyinde daha düşük temas açısı oluşturduğu gösterilmiştir.¹³ Yine daha önce yapılan başka bir çalışmada kök kanal duvarlarında smear tabakasının varlığı ya da yokluğunun kök kanal patının dentin yüzeyi ile oluşturduğu temas açısını etkileyebileceği gösterilmiştir.¹⁹

Yapılan diğer bir çalışmada smear tabakasının varlığından bağımsız olarak CHX ile son yıkamanın AH plus'ın dentinle oluşturduğu temas açısını düşürdüğü ve EDTA ve NaOCl'ye göre daha avantajlı olduğu gösterilmiştir.²⁰ Fakat bahsedilen çalışmada kullanılan CHX solüsyonu yüzey gerilimini düşürmeye yarayan sürfaktan madde içermeyle bizim çalışmamızdan ayrılmaktadır. EDTA ve NaOCl grupları arasında fark çıkmaması, bu iki solüsyonun benzer yüzey gerilimi değerlerine sahip olmasıyla açıklanmıştır.²⁰ Çalışmamızın bulgularına paralel olarak Hu ve ark. da yakın zaman önce yaptıkları bir çalışmada EDTA kullanımının dentinin su ile ıslatılabilirliğini değiştirmediklerini göstermişlerdir.¹¹ Ballal ve ark.'nın 2013 yılında yayınladıkları

çalışmasında EDTA ile yıkamanın AH Plus ve ThermoSeal Plus patlarının dentin yüzeyiyle temas açısını arttırdığı gösterilmiştir.²¹ Aynı çalışmada NaOCl ve distile su ile temas eden dentin yüzeylerinde AH Plus'ın oluşturduğu temas açıları arasında çalışmamızın bulgularıyla paralel olarak bir fark olmadığı gösterilmiştir.²¹

Literatürde, ER:YAG lazer ile hazırlanan dentin yüzeyleri üzerinde suyun yayılmasını ve ER:YAG lazer uygulamasının mine ve dentinin serbest yüzey enerjisine etkisini inceleyen konservatif tedavi çalışmaları mevcuttur.^{22,23} Ancak, lazer irradyasyonunun kök dentininin yüzey enerjisi üzerindeki etkisini inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca bu çalışma, yıkama solüsyonlarının PIPS ile aktivasyonunun kanal patının dentini islatılabilirliğini değerlendiren ilk çalışmadır. Çalışmamızda yıkama solüsyonlarına ilave PIPS aktivasyonunun AH Plus'ın dentin yüzeyiyle oluşturduğu temas açısını etkilemediği bulunmuştur.

Çalışmanın limitasyonlarından bir tanesi kullanılan diş örneklerinin çekim aşamasından deneye hazırlanmasına kadar geçen sürede önce düşük konsantrasyonda NaOCl ile dezenfekte edilmesi sonrasında çeşme suyu içerisinde bekletilmesidir. Dişlerin dezenfeksiyonu esnasında NaOCl ile temas etmesi, dentinin serbest yüzey enerjisini etkileyebilir. Çalışmanın diğer bir limitasyonu ise çeşme suyunda bekletilen diş örneklerine farklı gruplarda tek çeşit yıkama solüsyonu uygulanmasıdır. Ancak klinik yıkama rutininde etkili dezenfeksiyon sağlamak, smear tabakasını uzaklaştırmak, lubrikasyon sağlamak amacıyla kök kanallarına farklı sürelerde birden fazla çeşitte yıkama solüsyonu uygulamaktayız.

SONUÇLAR

Bu çalışmanın sınırları dahilinde farklı yıkama solüsyonlarının ve PIPS aktivasyonunun AH Plus'ın dentin yüzeyiyle oluşturduğu temas açısını etkilemediği gösterilmiştir. Koryucu diş hekimliği ilkelerinin benimsendiği günümüzde çekilmiş diş bulmak zorlaşmıştır. Grup başına belirlenen örnek sayısı artırılarak klinik senaryoyu yansıtan çoklu yıkama solüsyonlarının uygulandığı ve farklı kök kanal patlarının değerlendirildiği ileri in vitro ve in vivo çalışmalara ihtiyaç vardır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın laboratuvar aşamasındaki değerli katkılardan dolayı Tuğba Selcen ATALAY ve Muhammed İhsan ÖZGÜN'e ve makaleyi eleştirel okuduğu için Mehmet Burak GÜNEŞER'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjogren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment

and the outcome of conservative re-treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1998; 85: 86-93.

2. Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: Technical, biological and clinical testing. Endodontic Topics 2005; 12: 25-38.

3. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod 2006; 32: 389-398.

4. Basrani B, Santos JM, Tjaderhane L, Grad H, Gorduy-sus O, Huang J, et al. Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002; 94: 240-245.

5. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J Endod 1994; 20: 276-278.

6. Akçay I, Erdilek N, Şen BH. Değişik İrigasyon solüsyonlarının kök kanal dentini üzerindeki etkilerinin sem ile incelenmesi. EÜ Dişhek Fak Derg 2009; 30: 115-124.

7. Ekim ŞNA, Erdemir A. Endodontide irrigasyon aktivasyon yöntemleri. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2015; 25: 98-104.

8. DiVito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium:Yag laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. Lasers Med Sci 2012; 27: 273-280.

9. Dogan Buzoglu H, Calt S, Gumusderelioglu M. Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and naocl. Int Endod J 2007; 40: 18-24.

10. Erickson RL. Surface interactions of dentin adhesive materials. Oper Dent 1992; Suppl 5: 81-94.

11. Hu X, Ling J, Gao Y. Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness. J Endod 2010; 36: 1064-1067.

12. Prado M, de Assis DF, Gomes BP, Simao RA. Effect of disinfectant solutions on the surface free energy and wettability of filling material. J Endod 2011; 37: 980-982.

13. de Assis DF, Prado M, Simao RA. Evaluation of the interaction between endodontic sealers and dentin treated with different irrigant solutions. J Endod 2011; 37: 1550-1552.

14. Milosevic A. The influence of surface finish and in-vitro pellicle on contact-angle measurement and surface morphology of three commercially available composite restoratives. J Oral Rehabil 1992; 19: 85-97.

15. Bohn S, Ilie N. Wetting behaviour of silicone- and resin-based root canal sealers. Int Endod J 2014; 47: 542-549.

16. Yılmaz Z, Basbag B, Buzoglu HD, Gumusderelioglu M. Effect of low-surface-tension edta solutions on the wettability of root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2011; 111: 109-114.

- 17.**Kustarci A, Er K, Siso SH, Aydin H, Harorli H, Arslan D, et al. Efficacy of laser-activated irrigants in calcium hydroxide removal from the artificial grooves in root canals: An ex vivo study. *Photomed Laser Surg* 2016; 34: 205-210.
- 18.**Extrand C. Contact angles and their hysteresis as a measure of liquid- solid adhesion. *Langmuir* 2004; 20: 4017-4021.
- 19.**Anusavice KJ. Structure of matter and principles of adhesion. In: Anusavice KJ, editor. *Philip's science of dental materials*. 11th ed. St. Louis: Saunders; 2003. pp. 21-40.
- 20.**Tasman F, Cehreli ZC, Ogan C, Etikan I. Surface tension of root canal irrigants. *J Endod* 2000; 26: 586-587.
- 21.**Ballal NV, Tweeny A, Khechen K, Prabhu KN, Satyanarayan, Tay FR. Wettability of root canal sealers on intraradicular dentine treated with different irrigating solutions. *J Dent* 2013; 41: 556-560.
- 22.**Armengol V, Laboux O, Weiss P, Jean A, Hamel H. Effects of er:Yag and nd:Yap laser irradiation on the surface roughness and free surface energy of enamel and dentin: An in vitro study. *Oper Dent* 2003; 28: 67-74.
- 23.**Brulat N, Fornaini C, Rocca JP, Darque-Ceretti E. Role of surface tension and roughness on the wettability of er:Yag laser irradiated dentin: In vitro study. *Laser Ther* 2013; 22: 187-194.