

Farklı İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırmadaki Etkinliğinin Scanning-Elektron Mikroskobu ile İncelenmesi

Effectiveness of Different Irrigation Activation Techniques in Removing Calcium Hydroxide Assessed with Scanning Electron Microscopy

Okan UYSAL¹ 
dt.okanuysal@gmail.com

Betül Aycan ALİM UYSAL^{2*} 
dr.betulaycanuysal@gmail.com

Hesna SAZAK ÖVEÇOĞLU³ 
hsazak@marmara.edu.tr

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, kök kanallarından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması sırasında farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinin etkinliğini karşılaştırmayı amaçlamıştır.

Gereç ve Yöntemler: Toplam 75 adet çekilmiş tek köklü diş şekillendirildikten sonra kök kanalları kalsiyum hidroksit ile doldurulmuştur. Örnekler kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması sırasında kullanılan irrigasyon aktivasyon yöntemlerine göre rastgele beş gruba ($n = 15$) ayrılmıştır: manuel irrigasyon, EndoActivator, pasif ultrasonik irrigasyon, EDDY ve XPendo. Her numune longitudinal olarak 2 parçaya ayrılmıştır ve 500X büyütme bir scanning-elektron mikroskobu kullanılarak görüntülenmiştir. Elde edilen veriler ki-kare testi kullanılarak karşılaştırılmıştır ($p < 0.05$).

Bulgular: Orta üçlüde kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında EDDY en etkili yöntem olarak bulunmuştur ($p = 0.025$). Koronal ($p = 0.327$) ve apikal üçlüde ($p = 0.071$) kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında test edilen irrigasyon aktivasyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Sonuç: Hiçbir irrigasyon aktivasyon tekniği kalsiyum hidroksiti kanal duvarlarından tamamen uzaklaştırmamasına rağmen, manuel irrigasyon diğer tüm aktivasyon tekniklerinden daha az etkili bulunmuştur. Sonik ve ultrasonik aktivasyon sistemleri, daha fazla kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına olanak sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Kalsiyum hidroksit, pasif ultrasonik irrigasyon, sonik aktivasyon tekniği

Geliş: 31.03.2023

Kabul: 30.05.2023

Yayın: 28.08.2023

ABSTRACT

Aim: This study aimed to compare the effectiveness of different irrigation activation techniques during the removal of calcium hydroxide paste from the root canals.

Material and Methods: Seventy-five extracted single-rooted teeth were shaped and filled with calcium hydroxide paste. The samples were randomly divided into five groups ($n = 15$) according to the irrigation activation methods used: manual irrigation, EndoActivator, passive ultrasonic irrigation, EDDY, and XPendo Finisher. Each sample was split longitudinally and imaged using a scanning electron microscope with 500X magnification. Data were compared using the chi-squared test ($p < 0.05$).

Results: A statistically significant difference was found at the middle third, with EDDY being the most effective in removing calcium hydroxide ($p = 0.025$). The differences between the tested irrigation activation methods in removing calcium hydroxide from the coronal third ($p = 0.327$) and apical third ($p = 0.071$) were not statistically significant.

Conclusion: Although none of the irrigation activation techniques completely removed calcium hydroxide from the canal walls, manual irrigation was less effective than all the other activation techniques. The sonic and ultrasonic activation systems allowed more calcium hydroxide paste to be removed.

Keywords: Calcium hydroxide, passive ultrasonic irrigation, sonic activation technique

Received: 31.03.2023

Accepted: 30.05.2023

Published: 28.08.2023

Atıf/ Citation: Uysal O., Alim Uysal B.A., Sazak Öveçoğlu H. Farklı İrrigasyon Aktivasyon Tekniklerinin Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırmadaki Etkinliğinin Scanning-Elektron Mikroskobu ile İncelenmesi. NEU Dent J. 2023;5:60-6.

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author

1. Özel Ülker Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, Gebze, Kocaeli, Türkiye
2. Özel Muayenehane, İstanbul, Türkiye
3. Marmara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul



"This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. (CC BY-NC 4.0)"

GİRİŞ

Kök kanalı içindeki düzensiz alanlarda bulunan mikroorganizmalar, mekanik preparasyon ve irrigasyon ile kök kanalından tamamen uzaklaştırılamayabilir. Bu mikroorganizmaların kök kanalından elimine edilmesine olanak sağlayan bazı kanal içi ilaçların kullanılması önerilmektedir.¹ Kalsiyum hidroksit, antibakteriyel ve terapötik özelliklerinden dolayı endodontik tedavide en sık kullanılan kanal içi medikamenttir.² Ancak kök kanal patlarının dentin tübül penetrasyonunu engellediği için kanal tedavisi tamamlanmadan önce kök kanalından uzaklaştırılması gerekmektedir.³ Kanal içindeki artık kalsiyum hidroksit genellikle çalışma boyunda bir kök kanal eğesi ve bol miktarda irrigasyon solüsyonu kullanılarak uzaklaştırılmaktadır.⁴ Kullanılan irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırmak için çeşitli teknikler ve cihazlar geliştirilmiştir.^{5,6} Bu tekniklerden biri olan pasif ultrasonik irrigasyonun (PUI) sağladığı yüksek solüsyon akış hızı ve hacmi nedeniyle kök kanalından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında en başarılı tekniklerden biri olduğu gösterilmiştir.⁷⁻⁹

Ultrasonik aktivasyon cihazlarının yanısıra sonik aktivasyon gerçekleştiren cihazlarda mevcuttur.¹⁰ EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK, ABD), çeşitli boyutlarda polimer uçlara sahip sonik aktivasyon sistemi olarak üretilmiştir. Cihaz 2.000–3.000 Hz frekans aralığında çalışmaktadır.¹⁰ Eğimli molar diş kanallarında bile yüksek temizleme etkinliği gösterdiği bulunmuştur.¹¹ Sonik aktivasyonla çalışan ve yakın zamanda tanıtılan cihazlardan bir diğeri ise EDDY'dir (VDW, Münih, Almanya). Apikal çapı 0,2 mm ve uzunluğu 28 mm olan dentinden daha yumuşak poliamid uçlara sahiptir ve 5.000–6.000 Hz frekans aralığında çalışmaktadır. Düz ve eğimli kanallarda kullanıldığında EDDY'nin, PUI ile karşılaştırılabilir düzeyde antibakteriyel aktivite gösterdiği saptanmıştır.¹² Ayrıca, PUI ve EndoActivator ile karşılaştırıldığında benzer organik doku çözme etkinliğine sahip olduğu bulunmuştur.¹³

XPendo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, İsviçre), ISO #25-0,00 konikliğe sahip bir eğeye benzer tasarıma sahip olarak üretilmiştir.¹⁴ Üreticisine göre, irrigasyon solüsyonunu 6 mm veya eşdeğer bir eğeden 100 kat daha derine gönderebilmekte, böylece daha önce ulaşılamayan alanlarda kanalın mekanik olarak temizlenmesine izin vermektedir.¹⁴ Ancak bir çalışma, XPendo Finisher'ın 60 sn

aktivasyondan sonra dişlerin apikal üçte birinde yapay oluklardan kalsiyum hidroksiti tamamen çıkarmadığını tespit etmiştir.¹⁵ Bu çalışmanın amacı, kök kanallarından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması için beş farklı irrigasyon aktivasyon tekniğini karşılaştırmaktır: manuel irrigasyon, EndoActivator, EDDY, PUI ve XPendo Finisher. Bu amaca yönelik olarak bu çalışmanın hipotezi, tüm irrigasyon tekniklerinin kök kanalından benzer miktarda kalsiyum hidroksit uzaklaştırması olarak belirlenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmanın etik onayı Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurulu'ndan alınmıştır (karar sayısı: 124-02.04.2018).

Örneklerin Hazırlanması

Bu çalışmada daha önce periodontal veya ortodontik nedenlerle çekilmiş olan 75 adet oval şekilli ve düz kanallı alt premolar diş kullanılmıştır. Örneklem büyüklüğü $\alpha=0.05$ ve $\text{power}=0.80$ varsayılarak hesaplanmıştır. Örnekler deneyin yapılacağı zamana kadar %10 formalin solüsyonunda bekletilmiştir ve kök uzunluğunu standart hale getirmek için, kök ucundan 12 mm mesafede su soğutması altında dekoronize edilmiştir. Sonrasında klinik ortamı taklit etmek amacıyla örneklerin tamamı silikon kalıplara gömülmüştür. Her bir örneğin çalışma boyu, #10 numara K-eğenin (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) apekten görülebildiği uzunluktan 1 mm daha kısa olarak belirlenmiştir. Kök kanalları, X-Smart Plus Endomotor (Dentsply Sirona) kullanılarak Protaper Next #X2 eğe (Dentsply Maillefer) ile şekillendirilmiştir. Her eğe arasında 2 ml %2,5 sodyum hipoklorit solüsyonu (NaOCl; Werax, İzmir, Türkiye) ile irrigasyon yapılmıştır. Final irrigasyonu için 2 ml %17 etilendiamintetraasetik asit (EDTA; Werax, İzmir, Türkiye) solüsyonu kullanılmıştır. Kök kanalları #X2 numara paper pointlerle (Dentsply Maillefer) kurutulmuştur. Kalsiyum hidroksit (Kalsin, Spot Dis Deposu, İzmir, Türkiye) üreticinin tavsiyesine göre hazırlandıktan sonra #25 Lentulo spiral ile kök kanallarına yerleştirilmiştir. Numuneler, giriş kavileri Cavit-G (3M-ESPE, St Paul, Minnesota, ABD) ile restore edildikten sonra 37°C ve %100 nemli distile suda bir hafta süreyle bekletilmiştir.

Irrigasyon Prosedürü

Örnekler rastgele beş gruba ayrılmıştır: manuel aktivasyon (kontrol), EndoActivator, PUI, EDDY ve XPendo.

Manuel Aktivasyon Grubu: Çapı 0,4 mm 27-G iğne ucu (Set Medikal, İstanbul, Türkiye) çalışma boyunundan 1 mm daha kısa olacak şekilde kök kanalına yerleştirilmiştir. Daha sonra iğne ucu yukarı aşağı hareket ettirilerek 5 ml %2,5 NaOCl ile 30 sn, ardından 5 ml %17 EDTA solusyonu ile 30 sn irrigasyon yapılmıştır.

EndoActivator Grubu: Tüm irrigasyon adımları manuel aktivasyon grubundakine benzer şekilde yapılmıştır. Her irrigasyon solusyonundan sonra, EndoActivator' ün 25.04'lük ucu çalışma uzunluğunun 1 mm gerisinde kök kanalına yerleştirilip aktive edilmiştir. Öncelikle 5 ml %2,5 NaOCl ile 30 sn, ardından 5 ml %17 EDTA solusyonu ile 30 sn irrigasyon aktivasyonu yapılmıştır.

PUI Grubu: Ultrasonik irrigasyon cihazının (NSK Varios 970 Piezo Engine, Changning District, Shanghai, Çin) 120° açılı eğe tutucu (EMS Piezon DS-010, Nyon, İsviçre) kısmına #25 K eğe sabitlenmiştir. Cihazın irrigasyon ucu, çalışma uzunluğundan 1 mm daha geride olacak şekilde kök kanalına yerleştirilmiştir. Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması için, 30 saniye boyunca 5 ml %2,5 NaOCl' nin ardından 30 saniye boyunca 5 ml %17 EDTA solusyonu ile pasif olarak aktivasyon yapılmıştır.

EDDY Grubu: EDDY sisteminin poliamid uçları sonik bir cihaza (Sonix Air Scaler, Dentamerica, California, ABD) sabitlenmiştir ve çalışma uzunluğundan 1 mm kısa olacak şekilde kök kanalına yerleştirilmiştir. Aktivasyon, %2,5 NaOCl ile 30 sn ve %17 EDTA ile 30 sn süreyle gerçekleştirilmiştir.

XPendo Grubu: Bir XPendo Finisher eğesi, üretici firmanın önerileri doğrultusunda endomotor (X-Smart Plus, Dentsply) yardımı ile 800 rpm ve 1 Ncm' de kullanılmıştır. Kök kanalları %2,5 NaOCl ile irrigedildikten sonra, eğe kanal içinde 7-8 mm apiko-koronal yönde 30 sn süreyle hareket ettirilmiştir. Aynı işlem 2 ml EDTA solusyonu ile 30 sn süreyle tekrarlanarak aktivasyon tamamlanmıştır.

Tüm numuneler 30 sn %2,5 NaOCl ve 30 sn EDTA olmak üzere toplam 60 saniye boyunca aktive edilmiştir. Her numune daha sonra irrigasyon

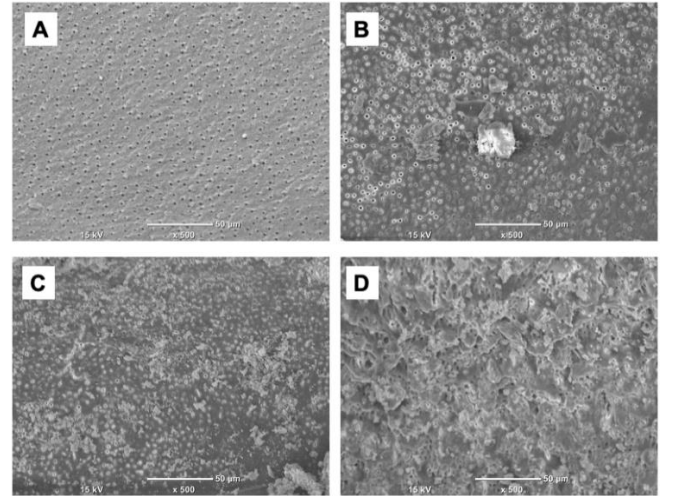
solüsyonlarının etkisini sonlandırmak için 3 ml distile su ile yıkanıp paper pointlerle kurutulmuştur.

Scanning-Elektron Mikroskobu ile Görüntüleme

Bir elmas disk ile su soğutması altında dişlerin bukkal ve lingual yüzeylerinde uzun eksene paralel oluklar oluşturulmuştur ve 15 numara bir bistüri ucu oluklara yerleştirilmiştir. Çekiçle vurularak örnekler tek vuruşta iki parçaya ayrılmıştır.

Numuneler, kök apeksi referans alınarak 2 mm (apikal), 6 mm (orta) ve 10 mm (koronal) mesafelerde bir scanning-elektron mikroskobu (SEM; JEOL, Tokyo, Japonya) kullanılarak görüntülenmiştir. İncelenen kök alanını standardize etmek için, SEM merkez ışını kök kanalının apikal, orta ve koronal üçte birlik bölümlerinin merkezlerine 20X büyütmede yönlendirilmiştir. Daha sonra büyütme 500X'e yükseltilerek görüntüleme gerçekleştirilmiştir. Kök kanal duvarlarındaki artık kalsiyum hidroksit varlığı, 0-3 arasında bir ölçekte puanlanmıştır (Şekil 1);

Şekil 1 – 500X büyütme altında kök kanal duvarlarının SEM görüntüleri. (A) Skor 0, (B) Skor 1, (C) Skor 2, (D) Skor 3.



Skor 0, artık kalsiyum hidroksit yok,

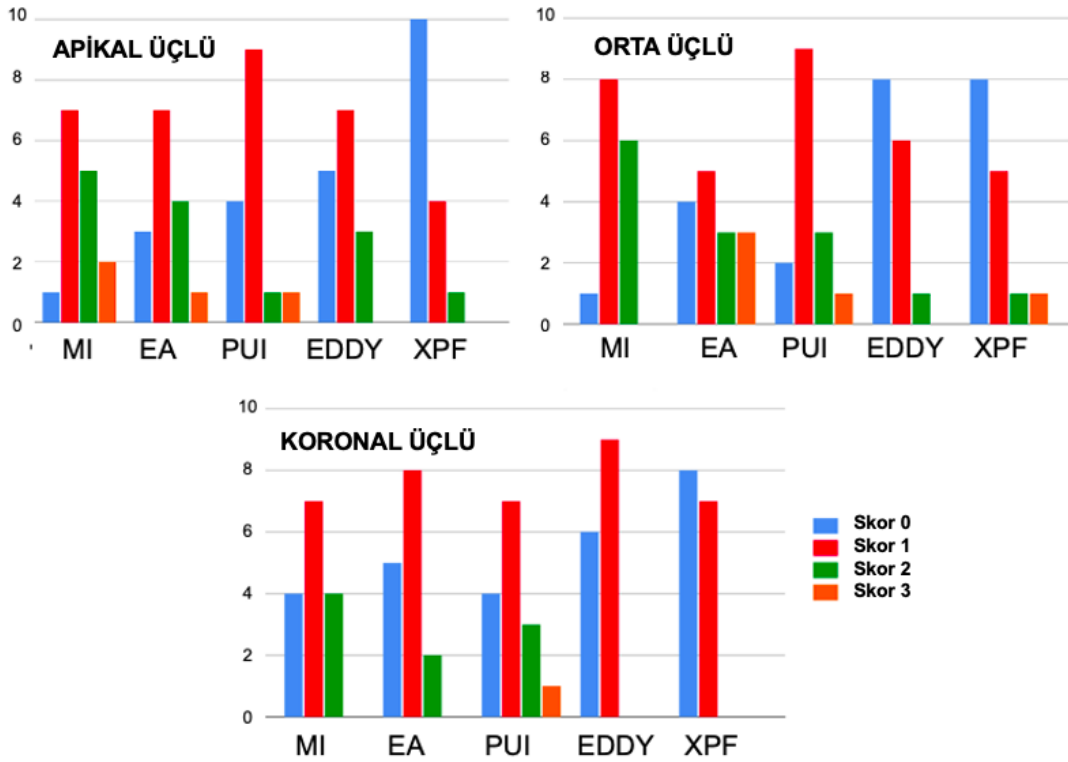
Skor 1, küçük bir miktar (%20'ye kadar) artık kalsiyum hidroksit,

Skor 2, orta düzeyde (%20-60) artık kalsiyum hidroksit,

Skor 3, büyük bir miktar (%60'ın üzerinde) artık kalsiyum hidroksit.

Örneklerin skorlanması, iki endodontist tarafından kör ve bağımsız olarak yapılmış olup skorlar bir-biri ile karşılaştırılmıştır.

Şekil 2 – Apikal, orta ve koronal üçte birlik kısımlarda artık kalsiyum hidroksit bulunan örnek sayılarının irrigasyon aktivasyon metoduna göre karşılaştırılması. MI, manuel irrigasyon; EA, EndoActivator; PUI, pasif ultrasonik irrigasyon; XPF, XPendo Finisher.



İstatistiksel Analiz

Nicel veriler, IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM, Armonk, NY, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Veriler kategorik olduğundan ki-kare testi kullanılmıştır. Sonuçlar %95 güven aralığında değerlendirilmiştir ($p < 0.05$). Gözlemciler arasındaki uyumun güvenilirliğini ölçmek için Cohen'in kappa katsayısı hesaplanmıştır.

BULGULAR

Kappa analizi sonucunda katsayı 0.91 bulunmuştur. Bu sonuç gözlemciler arasında yüksek bir uyum olduğunu göstermektedir. İrigasyon aktivasyon yöntemleri ile kök kanalının apikal, orta ve koronal üçte birlik kısmında artık kalsiyum hidroksit yüzdesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p = 0.571$). İstatistiksel olarak irrigasyon aktivasyon yöntemleri arasında anlamlı bir fark bulunamasa da, örnekler arasında en az kalıntı bulunan kök kanal kesitinin koronal üçlü olduğu görülmüştür. Koronal üçlünden kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında irrigasyon aktivasyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p = 0.327$). Benzer şekilde, kalsiyum hidroksitin apikal üçlünden uzaklaştırılmasında yöntemler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p = 0.071$). Koronal ve apikal üçlülerin aksine, orta üçte birlik dilimde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p < 0.05$). EDDY, kalsiyum hidroksitin

uzaklaştırılmasında en etkili yöntem olarak bulunmuştur ($p = 0.025$).

Apikal, orta ve koronal üçte birlik kısımlardaki artık kalsiyum hidroksit miktarları Şekil 2'de gösterilmiştir. Kök kanal kesitinden bağımsız olarak irrigasyon aktivasyon tekniklerine göre, artık kalan kalsiyum hidroksit skorları ise Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1 – İrrigasyon aktivasyon tekniklerine göre artık kalan kalsiyum hidroksit skor sayıları

İrrigasyon aktivasyon tekniği	N (%)			
	Skor 0	Skor 1	Skor 2	Skor 3
Manuel aktivasyon	6 (13.3)	22 (49)	15 (33.3)	2 (4.4)
EndoActivator	12 (26.7)	20 (44.4)	9 (20)	4 (8.9)
PUI	10 (22.2)	25 (55.6)	7 (15.6)	3 (6.6)
EDDY	19 (42.2)	22 (48.9)	4 (8.9)	0 (0)
XPendo Finisher	26 (57.8)	16 (35.6)	2 (4.4)	1 (2.2)
Toplam	73 (32.4)	105 (46.7)	37 (16.4)	10 (4.5)

PUI, pasif ultrasonik irrigasyon; N, numune sayısı.

TARTIŞMA

Kök kanallarında artık kalan kalsiyum hidroksit, patların dentin tübüllerine penetrasyonunu engelleyebilmektedir. Kök kanal dolumu yapılmadan önce kalsiyum hidroksitin irrigasyon solüsyonları ile uzaklaştırılması önerilmektedir.¹⁶ Bu çalışmada, kalsiyum

hidroksitin uzaklaştırılmasında manuel irrigasyon, EndoActivator, EDDY, PUI ve XPendo Finisher'ın etkinlikleri karşılaştırılmıştır. İrrigasyon aktivasyon tekniklerine bakılmaksızın tüm kök kanallarında artık kalsiyum hidroksit bulunmuştur.

Önceki bir çalışma, EDDY, PUI ve EndoActivator'ün kök kanallarındaki organik dokuyu çözmede NaOCl solüsyonunun etkinliğini eşit olarak artırdığını bulmuştur.¹³ Aktivasyon sonrası kök kanal duvarlarında kalan artık debris ve smear tabakasını SEM ile inceleyen bir başka çalışmada EndoActivator, EDDY ve PUI'nin manuel aktivasyondan daha etkili olduğu, ancak aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığını bildirilmiştir.¹⁷ Bizim çalışmamızda orta üçte birlik kısımdaki artık kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması açısından test edilen irrigasyon aktivasyon yöntemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$). EDDY, orta üçte birlik kısımdan kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında en etkili yöntem olarak bulunmuştur. Bu nedenle, kök kanalının orta üçte birlik kısmı için sıfır hipotezi reddedilmiştir. EDDY'nin, EndoActivator gibi diğer sonik cihazlardan daha yüksek bir frekansta salınım yapması bu sonuca sebep olmuş olabilir. Ayrıca EDDY'nin esnek ucunun kök kanalının düzensizliklerine kolayca ulaşip kanal duvarlarıyla temas etmesi PUI'ye göre avantaj sağladığı için, kalsiyum hidroksiti daha etkili şekilde uzaklaştırmış olabilir.

Önceki çalışmalar, XPendo Finisher'ın kalsiyum hidroksit^{15,18,19} ve üçlü antibiyotik patını²⁰ uzaklaştırmada manuel irrigasyondan daha üstün olduğunu bildirmişlerdir. Vücut sıcaklığı, XPendo Finisher'ın fazını M (martensitik) durumundan A (ostenitik) durumuna değiştirmektedir. Bu durum, kök kanalındaki irrigasyon solüsyonunu aktive etmektedir.²¹ Daha önce yapılmış bir çalışma, ne XPendo Finisher'ın ne de PUI'nin yapay oluklardan kalsiyum hidroksiti tamamen uzaklaştıramadığını ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuştur.¹⁵ Başka bir çalışma, XPendo Finisher ve EDDY'nin, iç kök rezorpsiyon kavitesinden kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında PUI ve EndoActivator'dan önemli ölçüde daha etkili olduğunu bildirmiştir.²² EDDY, PUI ve XPendo Finisher'ın kalsiyum hidroksit uzaklaştırma etkinliğini karşılaştıran başka bir çalışmada ise, gruplar arasında koronal kesitte fark bulunamazken, apikal kesitte EDDY ve PUI'nin daha etkili olduğu bulunmuştur.²³ Bizim çalışmamızda, kalsiyum hidroksiti uzaklaştırma açısından apikal ve koronal kesitlerde

gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. İrrigasyon solüsyonlarının vücut sıcaklığında kullanılması XPendo Finisher'ın faz değişikliğini sağladığı için önemlidir ve solüsyonun ısıtılması kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılma miktarını etkileyebilir. Çalışmamızda XPendo Finisher grubunun istatistiksel olarak anlamlı bir farka sebep olmaması, vücut sıcaklığında kullanılmamasına bağlı olabilir.

Rödig ve ark.,²⁴ eğimli kök kanallarından dentin debris uzaklaştırma verimliliği açısından EndoActivator, PUI ve CanalBrush arasında önemli bir fark bulunamamışlardır. Arslan ve ark.,²⁵ kök kanalından kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılması açısından EndoActivator ve manuel irrigasyon arasında önemli bir fark bulunamamışlardır. Bizim çalışmamızda, Skor 3 bulunan örnek sayısı PUI grubunda 3, EndoActivator grubunda 4 olarak bulunmuştur. Apikal ve koronal üçlülerde artık kalsiyum hidroksit açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu nedenle, apikal ve koronal üçlüler için sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Bu çalışmada, tüm numuneler 25/06 boyutunda şekillendirilmiştir. Bu çap ve konikliğin, aktivasyon aletlerinin serbestçe salınmasına ve irrigasyon solüsyonlarının yeterli miktarda akışına izin verdiği düşünülmektedir. Kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılabilmesi için irrigasyon aktivasyon süresi (60 sn) ve toplam irrigasyon solüsyonu hacimleri (10 ml) tüm gruplarda aynı kullanılmıştır. Ayrıca, NaOCl solüsyonuna ek olarak, EDTA ve diğer şelasyon solüsyonlarının kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasına yardımcı olabileceği bildirildiği için,²⁶ bu çalışmada final irrigasyon solüsyonu olarak %17'lik EDTA solüsyonu kullanılmıştır. Ayrıca deney koşullarını standardize etmek için tüm irrigasyon solüsyonları oda sıcaklığında hazırlanmıştır.

Çalışmamızın bazı limitasyonları mevcuttur. XPendo Finisher vücut sıcaklığında faz değiştiren bir ege olduğu için, egeğin oda sıcaklığında bulunan solüsyonlarla kullanılması faz değiştirmesine engel olarak sonuçları etkilemiş olabilir. Bu durum ileriki çalışmalarda sonuçların güvenilirliği açısından dikkate alınmalıdır. Bir diğer limitasyon, görüntülemenin sadece SEM kullanılarak ve kanalın belirli bir kısmına odaklanarak gerçekleştirilmesidir. Daha sonraki çalışmalarda mikro bilgisayarlı tomografi gibi üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin tercih edilmesi

sonuçların doğruluğu açısından daha uygun olacaktır. Ayrıca kalsiyum hidroksitin yerleştirildiği ancak hiçbir irrigasyon işleminin yapılmadığı bir kontrol grubunun olmaması da deney gruplarıyla daha sağlıklı bir karşılaştırma yapmamızı engellemiş olabilir. İleriki çalışmalarda bu limitasyonlara dikkate edilmesi önerilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırlamaları dahilinde, bu çalışmada kullanılan irrigasyon aktivasyon tekniklerinin hiçbirini kanal duvarlarından kalsiyum hidroksiti tamamen uzaklaştıramamıştır. Bununla birlikte, EDDY orta üçte birlik dilimde EndoActivator, PUI ve XPEndo Finisher'dan daha etkiliyken, manuel irrigasyon diğer tüm aktivasyon tekniklerinden daha az etkili bulunmuştur. Koronal ve apikal bölümlerden kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılmasında teknikler arasında önemli bir fark bulunamamıştır.

Etik Kurul Onayı: Bu çalışma için gerekli etik onay Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Etik Kurul tarafından alınmıştır (karar sayısı: 124-02.04.2018).

Finansal Destek: Bu çalışma, Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No. SAG-C-DUP-110618-0297).

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları: Tasarım: OU, HSÖ, Veri toplama veya veri girişi yapma: OU, BAAU, HSÖ, Analiz ve yorum: OU, BAAU, HSÖ, Literatür tarama: OU, BAAU, Yazma: OU, BAAU, HSÖ.

KAYNAKLAR

- Nair PNR, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2005;99:231-52.
- Athanassiadis BA, George GA, Abbott P V., Wash LJ. A review of the effects of formaldehyde release from endodontic materials. *Int Endod J*. 2015;48:829-38.
- Çalt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod*. 1999;25:431-3.
- Phillips M, McClanahan S, Bowles W. A titration model for evaluating calcium hydroxide removal techniques. *J Appl Oral Sci*. 2015;23:94-100.
- Bolles JA, He J, Svoboda KKH, Schneiderman E, Glickman GN. Comparison of vibringe, endoactivator, and needle irrigation on sealer penetration in extracted human teeth. *J Endod*. 2013;39:708-11.
- Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, et al. Apical pressure created during irrigation with the GentleWave™ system compared to conventional syringe irrigation. *Clin Oral Investig*. 2016;20:1525-34.
- Taşdemir T, Çelik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yeşilyurt C. Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J*. 2011;44:505-9.
- Van Der Sluis LWM, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J*. 2007;40:52-57.
- Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Van Der Sluis LWM. Influence of the Oscillation Direction of an Ultrasonic File on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. *J Endod*. 2010;36:1372-6.
- Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod*. 1999;25:735-8.
- Caron G, Nham K, Bronnec F, MacHtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod*. 2010;36:1361-6.
- Neuhaus KW, Liebi M, Stauffacher S, Eick S, Lussi A. Antibacterial Efficacy of a New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection. *J Endod*. 2016;42:1799-803.
- Conde AJ, Estevez R, Loroño G, Valencia de Pablo, Rossi-Fedele G, Cisneros R. Effect of sonic and ultrasonic activation on organic tissue dissolution from simulated grooves in root canals using sodium hypochlorite and EDTA. *Int Endod J*. 2017;50:976-82.
- Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Sousa JCN, Silveira SB, Provenzano JC, Siqueira JF. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single- or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. *J Endod*. 2016;42:1114-9.
- Wigler R, Dvir R, Weisman A, Matalon S, Kfir A. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. *Int Endod J*. 2017;50:700-5.
- Turkaydin D, Basturk FB, Goker S, Tarcin B, Berker YG, Ovecoglu HS. Efficacy of Endoactivator, CanalBrush, and passive ultrasonic irrigation in the removal of calcium hydroxide paste with iodoform and p-chlorophenol from root canals. *Niger J Clin Pract*. 2020;23:1237-42.

17. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig*. 2017;21:2681-7.
18. Hamdan R, Michetti J, Pinchon D, Diemer F, Georgelin-Gurgel M. The XP-Endo Finisher for the removal of calcium hydroxide paste from root canals and from the apical third. *J Clin Exp Dent*. 2017;9:e855-60.
19. Kfir A, Blau-Venezia N, Goldberger T, Abramovitz I, Wigler R. Efficacy of self-adjusting file, XP-endo finisher and passive ultrasonic irrigation on the removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove. *Aust Endod J*. 2018;44:26-31.
20. Turkeydin D, Demir E, Basturk FB, Sazak Övecoglu H. Efficacy of XP-Endo Finisher in the Removal of Triple Antibiotic Paste from Immature Root Canals. *J Endod*. 2017;43:1528-31.
21. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J*. 2018;51:1088-103.
22. Marques-da-Silva B, Alberton CS, Tomazinho FSF, et al. Effectiveness of five instruments when removing calcium hydroxide paste from simulated internal root resorption cavities in extracted maxillary central incisors. *Int Endod J*. 2020;53:366-75.
23. Donnermeyer D, Wyrsh H, Bürklein S, Schäfer E. Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher. *J Endod*. 2019;45:322-6.
24. Rödiger T, Bozkurt M, Konietzschke F, Hülsmann M. Comparison of the vibringe system with syringe and passive ultrasonic irrigation in removing debris from simulated root canal irregularities. *J Endod*. 2010;36:1410-3.
25. Arslan H, Akcay M, Capar ID, Saygili G, Gok T, Ertas H. An in vitro comparison of irrigation using photon-initiated photoacoustic streaming, ultrasonic, sonic and needle techniques in removing calcium hydroxide. *Int Endod J*. 2015;48:246-51.
26. Da Silva JM, Silveira A, Santos E, Prado L, Pessoa OF. Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: A microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2011;112:820-4.