

Farklı Yıkama Tekniklerinin Smear Tabakasını Uzaklaştırma Etkinlikleri

Smear Layer Removal Efficacy Of Different Irrigation Techniques

Burcu ŞEREFÖĞLU¹, Majd SALAMEH², Beyser PİŞKİN¹

¹ Ege Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı

² Arap Amerikan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik ve Konservatif Anabilim Dalı

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı yıkama tekniklerinin kök kanallarından smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmaktır.

Yöntem: Madde kaybı bulunmayan periodontal nedenlerle çekilmiş 30 adet tek kök ve tek kanallı insan alt küçük azı dişi her grupta 10 adet diş olacak şekilde 3 deney grubuna ayrıldı. Tüm deney gruplarında kök kanallarının genişletme ve şekillendirme işlemi ProTaper® F4 numaralı alete dek gerçekleştirildi. 1. grupta 27 gauge kalınlığında dental iğne ucu korono-apikal yönde hareket ettirilerek, 2. grupta 31 gauge kalınlığında Ultradent NaviTip® Double Sideport yıkama ucu ve 3. grupta ise EndoVac yıkama cihazı hem kök kanal şekillendirilmesi sırasında hem de son yıkama sırasında kullanıldı. Son yıkamada smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla sırasıyla 3 ml %5 EDTA, 3 ml %2,5 NaOCl ve son olarak 3 ml distile su kullanıldı. Yıkama sistemlerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri taramalı elektron mikroskobu ile değerlendirildi. Verilerin istatistiksel analizinde %95 güven aralığında Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı.

Bulgular: Tüm deney gruplarında smear tabakasının koronal 1/3'lük kısımda apikal 1/3'lük bölgeye kıyasla daha iyi uzaklaştırıldığı gözlemlendi. Ancak, sistemlerin tüm bölgelerde smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel farklılık saptanmadı.

Sonuç: Smear tabakasının uzaklaştırılmasında EndoVac sistemi konvansiyonel yıkama teknikleri ile benzer etkinlik göstermiştir.

Anahtar sözcükler: EndoVac, yıkama, smear tabakası

ABSTRACT

OBJECTIVES: To compare the cleaning efficacy of 3 root canal irrigation techniques as well as their effectiveness in removing smear layer from root canal walls.

METHODS: Thirty permanent mandibular premolars were divided into 3 groups of 10 teeth each. Teeth were instrumented with ProTaper rotary system up to F4. In group I, the teeth were irrigated by conventional irrigation using 27-gauge irrigation-needle. In group II, irrigation was done using 31-gauge NaviTip Double Sideported-needle. In group III, irrigation was performed with EndoVac irrigation system. Final irrigation was performed using 3 ml 2.5% sodium hypochlorite followed by 3 ml 5% EDTA and a final rinse with 3 ml distilled water. Scanning electron microscope evaluation was done for assessment of smear layer removal in the coronal, middle, and apical thirds. Data were analyzed using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests for significance at $P \leq .05$.

RESULTS: The removal of smear layer from the coronal third of root canals was significantly better than apical and middle thirds ($p < 0.05$). No significant difference was observed between the procedures according to smear layer removal ability.

CONCLUSION: EndoVac system showed no betterment over conventional irrigation procedures.

Key words: EndoVac, irrigation, smear layer

GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin temel amacı kök kanallarının kemo-mekanik olarak temizlenip şekillendirilmesi ve ardından da kanalların üç boyutlu olarak sızdırmaz şekilde doldurulmasıdır.¹⁻³ Ancak kök kanallarının şekillendirmesi esnasında el eğeleri ve döner alet sistemlerinin tüm kanal duvarlarına temas etmemesi⁴,

ulaşılabilen yan kanalların, istmusların ve apikal deltaların varlığı tedavinin başarısını olumsuz yönde etkilemektedir.⁵⁻⁹ Bu nedenle kök kanallarından bakterilerin uzaklaştırılması ve tedavinin başarısının artırılabilmesi için yıkama kök kanal tedavisinin olmazsa olmaz aşamalarından bir tanesidir.

Kanal içi dezenfeksiyonun ve yıkama solüsyonlarının etkinliklerinin artırılması amacıyla son yıllarda konvansiyonel yıkama yöntemlerinin yanı sıra, döner sistemler ile kullanılan fırçalar, sonik ve ultrasonik enerji ile yıkama etkinliğini arttıran aktivasyon sistemleri ve negatif apikal basınç teknikleri klinik endodonti uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak kök kanal şekillendirilmesi sırasında kanal aletlerinin kanal duvarlarında oluşturdukları smear tabakası, dentin tübüllerine penetre olarak kanal içi dezenfektanların ve medikamentlerin etkinliğini azaltıp aynı zamanda mikroorganizmalar için bir rezervuar görevi üstlenebilmektedir.¹⁰ Smear tabakasının uzaklaştırılarak yıkama işleminin etkinliğinin ve kalitesinin mümkün olduğunca artırılması, yapılan tedavilerin de başarısını doğru orantıda yükseltecektir. Bu nedenle çalışmamızda kök kanallarının yıkanmasında kullanılan dental enjektör, Ultradent NaviTip® Double Sideport yıkama iğnesi (Ultradent Products, Inc. ,South Jordan, Utah, ABD) ve negatif apikal basınç prensibi ile çalışan EndoVac sistemin (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) özellikle apikal üçte birlik kısımdaki smear tabakasını uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamızda periodontal nedenlerle çekilmiş, çürüksüz, madde kaybı bulunmayan 30 adet tek kök ve tek kanallı insan alt küçük azı dişi kullanıldı. Dişlerin endodontik giriş kavileri açılarak apikal açıklıkları 15 numara K tipi ege (Mani, Matsutain Seisakusho Co,

Tochigi-Ken, Japonya) ile kontrol edildi. K tipi eğenin ucu apikal açıklıkta iken lastik rondel okluzal yüzeye sabitlenerek eğenin boyu ölçüldü. Çalışma boyu ölçülen kanal boyundan 1 mm kısa olacak şekilde belirlendi ve tüm dişlerin apeksleri pembe mum ile örtüldü. Örnekler her grupta 10 adet diş olmak üzere rastgele üç guruba ayrıldı. Kök kanallarının genişletme ve şekillendirme işlemi, üretici firma talimatı doğrultusunda, tüm deney gruplarında ProTaper® (Dentsply Maillefer, Baillagues, İsviçre) F4 numaralı alete kadar gerçekleştirildi. Döner aletler üç kanalda kullanıldıktan sonra yenisiyle değiştirildi. Her üç grupta da genişletme sırasında her bir aletten sonra 1 ml %2,5'luk NaOCl, #F4 eğenin kullanımının ardından ise 4 ml %2,5'luk NaOCl kullanılarak toplam 10 ml solüsyon ile yıkama yapıldı. Smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla uygulanan standart yıkama protokolü; sırasıyla 3 ml %5'lik EDTA, 3 ml %2,5'luk NaOCl ve son olarak 3 ml distile su, her bir solüsyon kanal içerisinde 1 dakika kalacak şekilde uygulandı.

Grup 1'de; 27 gauge kalınlığında dental iğne ucu çalışma boyundan 2 mm geride olacak şekilde kanal içerisine yerleştirildi ve yıkama süresi boyunca kanalda sürekli olarak korono-apikal yönde 1-2 mm hareket ettirildi.

Grup 2'de; 31 gauge kalınlığında Ultradent NaviTip® Double Sideport yıkama iğnesi çalışma boyundan 2 mm geride olacak şekilde kanal içerisine yerleştirilerek hareket ettirilmeden kullanıldı

Gruplar (N=10)	Ortalama	Std. Sapma
Grup 1 (dental enjektör)	2,06	0,99
Grup 2 (Ultradent NaviTip Double Sideport yıkama ucu)	2,52	1,04
Grup 3 (EndoVac)	2,92	1,09

Tablo 1: Çalışma gruplarına ait ortalama smear skorları

Grup 3'te; EndoVac yıkama cihazı kullanıldı. Genişletme sırasında makrokanül kanal ağzından içeriye yerleştirildi. Son yıkama sırasında ise mikrokanül çalışma boyundan 2 mm geride olacak şekilde kanal içerisine yerleştirilerek, yıkama süresi boyunca kanalda altı saniyede bir korono-apikal yönde 1-2 mm hareket ettirildi.

Genişletme ve son yıkama işlemleri sırasında her bir grupta ilgili yıkama sistemi kullanıldı. İrigasyon işlemleri tamamlanan örneklerin apekslerindeki mumlar çıkarıldı. Daha sonra örnekler fikse edilmek amacıyla

fosfat ile tamponlanmış %2,5'luk glutraldehit solüsyonuna alındı.

Glutraldehit ile fikse edilmiş örnekler akan su altında iyice yıkanarak temizlendi. Dişlerin kron kısımları ince elmas alev şeklinde frezler (Diatech, Heerbrugg, İsviçre) ile kesilerek uzaklaştırıldı. Ardından, örneklerin bukkal ve lingual yüzlerinde çok ince alev uçlu frez ile birer adet vertikal oluk hazırlandı. Bu işlem sırasında kök kanalının perfore edilmemesine özen gösterildi. Olukların hazırlanması işlemini takiben taramalı elektron mikroskopunda koronal, orta ve apikal üçlülerin ayırt

edilebilmesi amacıyla, elmas disk ile kök yüzeylerinde yatay yönde iki adet küçük çentik oluşturuldu.

Örnekler alkol (Aromas, İzmir, Türkiye) serisinden geçirilerek dehidrate edildi. 30'ar dakika süre ile %25, %50, %75, %90'lık alkolde bırakılan örnekler son olarak saf alkolde 24 saat boyunca bekletildi.

Dehidrate edilmiş örnekler bukko-lingual yönde vertikal olarak ikiye bölündü. Daha sonra nemden arıtılmak üzere fosfor pentaoksit içeren desikatörde 1 gün bekletildi.

Ardından vakum altında yaklaşık 200 A° altınla kaplanan örnekler Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesinde bulunan taramalı elektron mikroskobu (JEOL-JSM-5200, Tokyo, Japonya) ile incelendi.

Her örneğin kök kanal duvarlarında kalan smear tabakası miktarını değerlendirmek için üç farklı alanda (kökün koronal, orta ve apikal üçlülere), x1000 büyütmede tarama yapıldı. Her bölge için rastgele 3 fotoğraf çekildi. Smear tabakasının değerlendirilmesinde 1997 yılında Hülsmann ve arkadaşlarının¹¹ kullandıkları beş skorlu sayısal değerlendirme cetveli kullanıldı.

- Skor 1- Smear tabakası yok, dentin tübülleri açık

- Skor 2- Küçük miktarda smear tabakası var, bazı dentin tübülleri açık

- Skor 3- Homojen smear tabakası kök kanal duvarlarını kapatmış, çok az sayıda dentin tübülü açık

- Skor 4- Kök kanal duvarlarının tamamı homojen smear tabakası ile kaplanmış, açıkta dentin tübülü yok

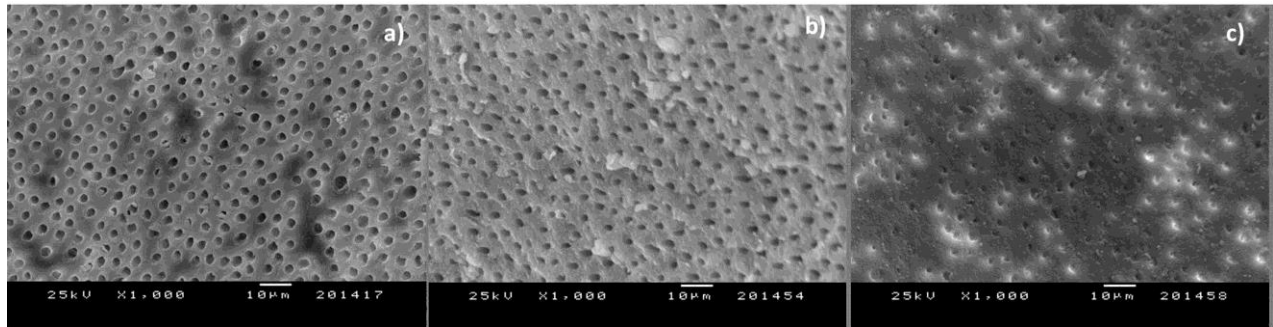
- Skor 5- Çok miktarda, homojen olmayan smear tabakası kök kanal duvarlarını tamamen kaplamış

Tüm skorlamalar çalışmaya dahil olmayan iki endodontist tarafından yapıldı. Smear skorlarının değerlendirilebilmesi amacıyla tüm fotoğraflar power-point sunusu haline dönüştürüldü. Bu şekilde elde edilmiş her görüntü 9 eş parçaya bölünerek görüntüden 9 ayrı skor elde edildi. Her bölgenin ölçüm değeri 9 değerlendirmenin ortalaması alınarak belirlendi. Elde edilen skorların güvenilirliğini görmek amacıyla 2 hafta sonra aynı araştırmacılar tarafından skorlama işlemi aynı şartlar altında tekrar gerçekleştirildi. Gözlemci skorlarının farklı olması durumunda ise her iki gözlemcinin birlikte değerlendirmesi sonucunda değerlendirmelere devam edildi.

Bölgeler	Grup 1 (Dental Enjektör)		Grup 2 (Ultradent NaviTip Double Sideport Yıkama Ucu)		Grup 3 (EndoVac)	
	Ort.	Std. sapma	Ort.	Std. sapma	Ort.	Std. sapma
Koroner 1/3	1,28 ^{aA}	0,21	1,97 ^{cA}	0,70	2,05 ^{bA}	0,97
Orta 1/3	1,70 ^{aA}	0,64	2,24 ^{cA}	0,84	3,02 ^{cA}	0,92
Apikal 1/3	3,20 ^{bB}	0,64	3,36 ^{dB}	1,09	3,69 ^{dB}	0,78

Tablo 2: Çalışma gruplarına ve bölgelere ait ortalama smear skorları

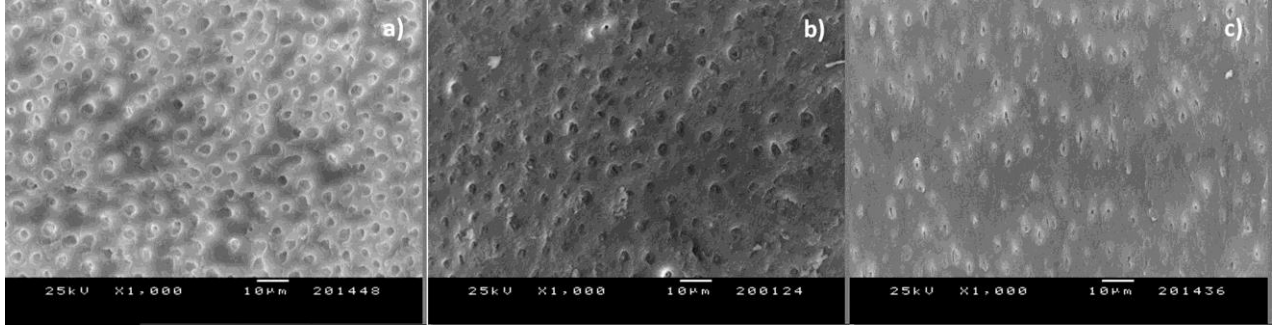
Grup içi değerlendirmeler küçük harf ile gruplar arası değerlendirmeler ise büyük harf ile belirtilmiş ve istatistiksel anlamlılık farklı harfler ile simgelenmiştir.



Resim 1. a) Dental enjektör grubuna ait koronal 1/3 örnek resmi

Resim 1. b) Dental enjektör grubuna ait orta 1/3 örnek resmi

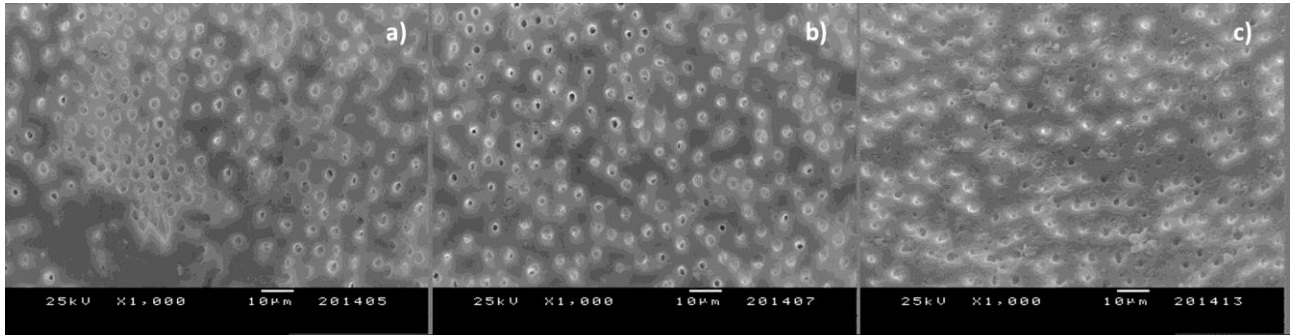
Resim 1. c) Dental enjektör grubuna ait apikal 1/3 örnek resmi



Resim 2. a) Ultradent NaviTip Sideport yıkama ucu grubuna ait koronal 1/3 örnek resmi

Resim 2. b) Ultradent NaviTip Sideport yıkama ucu grubuna ait orta 1/3 örnek resmi

Resim 2. c) Ultradent NaviTip Sideport yıkama ucu grubuna ait apikal 1/3 örnek resmi



Resim 3. a) EndoVac grubuna ait koronal 1/3 örnek resmi

Resim 3. b) EndoVac grubuna ait orta1/3 örnek resmi

Resim 3. c) EndoVac grubuna ait apikal 1/3 örnek resmi

İstatistiksel değerlendirmelerin tamamı SPSS 15.0 (IBM SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak yapıldı. Grupların smear skorlarını değerlendiren gözlemciler arası ve gözlemciler içi uyum saptanırken Kappa'nın nümerik veriler için uygulanan Interclass Korelasyon Analizi kullanıldı. İncelenen örneklerin koronal, orta ve apikal bölgelerinde smear tabakasının uzaklaştırılması bakımından kullanılan yıkama yöntemlerinin karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis testi kullanıldı. Kruskal-Wallis testi sonucu bölgeler arasında anlamlı fark çıkması nedeniyle ($p < 0.05$), farklılığın hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek amacıyla Wilcoxon İki Örnek Testi ile ikili karşılaştırmalar yapıldı.

BULGULAR

Gruplara ait ortalama smear skorları Tablo 1'de, çalışma gruplarına ve bölgelere ait ortalama smear skorları ise Tablo 2'de görülmektedir. %95 güven aralığında smear skorlarına göre değerlendirme yapan birinci gözlemcinin her iki incelemesi, ikinci gözlemcinin her iki incelemesi ve her iki gözlemcinin tüm incelemeleri arasında uyum saptandı ($p < 0.05$).

Dental enjektör uygulanan 1. grupta koronal ve orta 1/3'lük kısımlar arasında fark saptanmazken (Resim 1a-b) ($p > 0.05$), apikal 1/3'lük kısım ile diğer bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0.05$) (Tablo 2) (Resim 1a-c).

Ultradent NaviTip Double Sideport yıkama ucu kullanılan 2. grupta tüm 1/3'lük kök kısımları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0.05$). Bu sistemin koronal alanda daha başarılı olurken, apikal bölümde kısmen başarılı olabildiği gözlemlendi (Tablo 2) (Resim 2a-c).

EndoVac yıkama sistemi kullanılan grupta koronal 1/3'lük kısım ile orta ve apikal 1/3'lük kısımlar arasında istatistiksel olarak fark saptanırken ($p < 0.05$), orta ve apikal 1/3'lük kısımlar arasında anlamlı bir fark gözlemlenmedi ($p > 0.05$) (Resim 3a-c).

Tüm gruplarda koronal 1/3'lük kısımda sistemlerin daha etkin olduğu gözlemlendi (Tablo 2). Apikal 1/3'lük kısımda ise, her üç sistem de smear tabakasını uzaklaştırmada daha az etkinlik gösterdi ($p < 0.05$). Ancak, sistemlerin tüm bölgelerde smear tabakasını uzaklaştırma

etkinlikleri arasında istatistiksel farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

TARTIŞMA

Kök kanal dezenfeksiyonun amacı, kanal içerisindeki bakterileri ve yan ürünlerini uzaklaştırıp, periradiküler dokulara geçişlerini engelleyerek, bu dokularda hastalık oluşturmamasını önlemek ve var olan hastalığın iyileşmesine yardımcı olmaktır. Kullanılan yıkama solüsyonlarının optimum etki gösterebilmesi için kanal duvarları ile mümkün olduğunca fazla temas etmesi gerekmektedir. Enfekte dişlerden alınan histolojik kesitlerde bakterilerin pulpa dışında doku içeren yan kanallara, apikal dallanmalara, kanallar arasındaki istmuslara ve dentin tübüllerine de invaze olduğu görülmüştür.^{6,9}

Kanal aletlerinin genişletme sırasında kanal duvarlarına temas etmesi sonucu organik ve inorganik maddeler, enfekte doku artıkları, mikroorganizmalar ve yan ürünlerinden oluşan smear tabakası meydana gelmektedir.¹² Dentin tübüllerinin smear tabakası ile kaplı olduğu kök kanallarında yıkama solüsyonlarının tübüllerin içerisinde yer alan bakterilere etki edemediği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir.^{13,14} Ayrıca smear tabakası varlığında kanal patlarının kanal duvarlarına tam adapte olamadığı ve bu durumun ileriki yıllarda mikrosızıntıya neden olabileceği bildirilmiştir.¹⁵ Bu bilgiler ışığında günümüzde kök kanal şekillendirmesi tamamlandıktan sonra smear tabakasının kaldırılmasının gerekli olduğu konusunda yaygın bir görüş birliği vardır. Bu nedenle çalışmamızda günümüzde yaygın olarak kullanılan dental enjektör ucu, yandan çift delikle açılan yıkama iğneleri ve negatif apikal basınç prensibi ile çalışan EndoVac sisteminin kök kanal sisteminden smear tabakasının uzaklaştırılmasındaki etkinlikleri değerlendirildi.

Kök kanal şekillendirmesi sonrasında kök kanallarını EDTA ve NaOCl ile ardışık yıkamanın smear tabakasının kaldırılmasında en etkili yol olduğu bilinmektedir.¹⁶ Ancak kullanılacak olan solüsyonların konsantrasyonları, miktarları ve uygulama sürelerine ilişkin kesin bir fikir birliği literatürde bulunmamaktadır. Şen ve arkadaşları¹⁷ % 5'lik EDTA'nın smear tabakasını uzaklaştırmada % 15 ve % 10'luk EDTA ile benzer etkinlik gösterdiğini rapor etmiştir. Bu nedenle çalışmamızda da smear tabakasının etkin bir şekilde kaldırılabilmesi için %5'lik EDTA sıvısı 1 dakika süre ile örneklerde kullanıldı.

Literatürde kök kanal duvarlarındaki smear tabakası genellikle SEM yöntemi ile değerlendirilmektedir.⁸ Çalışmamızda da farklı yıkama tekniklerinin smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri SEM yöntemi ile köklerin apikal, orta ve koronal uçlülerinden X1000

büyütmede alınan fotoğraflar ile ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın bulgularına göre her üç deney grubunda da apikal bölgede, koronal ve orta 1/3'lük kısımlara kıyasla daha yüksek smear ortalama değerleri elde edildi. Ayrıca, her üç sistemin de tüm bölgelerde smear tabakasını uzaklaştırma etkinlikleri arasında istatistiksel farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

O'Connell ve arkadaşları¹⁹ farklı EDTA tuzları ile 27 gauge'lik kanül kullanarak smear tabakasının uzaklaştırılmasını değerlendirdikleri çalışmalarında dental enjektörün apikal bölgede tam olarak smear tabakasını uzaklaştıramazken, koronal ve orta uçlülerde ise etkin şekilde smear tabakasını uzaklaştırdığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

McGill ve arkadaşları²⁰ kanal şekillendirmesi tamamlanmış dişlerde kanal duvarlarına adapte olan ana güta perkanın 2–3 mm'lik kısa mesafelerde hareket ettirilmesinin kanal içindeki yıkama sıvısını aktive ederek etkili bir hidrodinamik etki oluşturduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda da dental enjektör ucunun korono-apikal yönde sürekli hareket ettirilmesine bağlı olarak benzer etkinin meydana gelmiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde hem EndoVac sisteminin hem de NaviTip Double Sideport yıkama ucu ile yıkamanın başarılı teknikler oldukları öne sürülmüştür.²¹ Abarajithan ve arkadaşları²² EndoVac ile yapılan yıkamanın smear tabakasını uzaklaştırmada konvansiyonel dental enjektöre kıyasla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ribeiro ve arkadaşları²¹ NaviTip ucun ve EndoVac sisteminin de aralarında bulunduğu 5 farklı yıkama tekniğini değerlendirmişler ve smear tabakasının tüm gruplarda benzer şekilde uzaklaştırıldığını bildirmişlerdir. Öte yandan, Boutsoukis ve arkadaşları²³ yandan açılan yıkama iğnesinin apikal genişletmenin 55 numaralı kanal aletine denk geldiği grupta etkili olurken 35 ve 45 numaralı apikal genişliklerde etkili olmadığını göstermişlerdir. EndoVac sisteminin çalışma prensibinde mikro kanülün 0,32 mm çapı nedeniyle apikal bölgeye rahatlıkla ulaşabilmesi için apikal şekillendirmenin en az #35 numaralı kanal aletine denk gelmesi gerektiği bilinmektedir. Bu nedenle, çalışmamızda apikal genişletme ProTaper F4 numaralı kanal eğesinde sonlandırıldı. ve NaviTip Double Sideport yıkama ucu grubunda Boutsoukis ve arkadaşları²³ ile benzer bulgular elde ettik. Öne sürülen avantajlarına karşın, EndoVac sistemi çeşitli dezavantajlara sahiptir. Öncelikle ana iletim ucu ve

aspirasyon ucunun farklı borulara takılı olması hekimin sistemi tek başına kullanımında zorluk oluşturmakta hatta çoğu zaman hekim kendisine yardımcı olacak birine ihtiyaç duymaktadır. Çalışmamızda diğer iki deney grubundaki işlemler aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirilirken, EndoVac sisteminin kullanıldığı grupta işlemler iki araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Ayrıca, sistemin diğer bir dezavantajı ise mikrokanülün tıkanabilmesidir. Bu durumun özellikle apikal bölgede smear tabakasının uzaklaştırılmasında başarısız sonuçların çıkmasında etkin olmuş olabileceği görüşündeyiz.

SONUÇ

Çalışmamızda, koronal, orta ve apikal üçlü bölgelerinde smear tabakasının kök kanallarından uzaklaştırılmasında kullanılan yöntemler arasında tüm bölgelerde farklılık saptanmadı. Üç sistemin de apikal bölgede kök kanallarından smear tabakasını etkin ve tam olarak uzaklaştıramadığı gözlemlendi.

KAYNAKLAR

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18: 269-296.
2. Bayırlı G. Endodontik Tedavi 1. İstanbul: İ.Ü Basımevi ve Film Merkezi;1998.
3. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and mean. *Endod Topics* 2005; 10: 30-76.
4. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation in oval canals. *Int Endod J* 2001; 34: 137-141.
5. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004; 30: 559-567.
6. Armitage GC, Ryder MI, Wilcox SE. Cemental changes in teeth with heavily infected root canals. *J Endod* 1983; 9: 127-130.
7. Peters LB, Wesselink PR, Buijs JF, van Winkelhoff AJ. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *J Endod* 2001; 27: 76-81.
8. Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int Endod J* 1998; 31: 384-393.
9. Ando N, Hoshino E. Predominant obligate anaerobes invading the deep layers of root canal dentine. *Int Endod J* 1990; 23: 20-27.

10. Kuah HG, Lui JN, Tseng PS. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer, *J Endod* 2009; 35: 393-396.
11. Hulsmann M, Heckendorff M, Schafers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation, *J Endod* 1997; 23: 301-306.
12. Pashley DH. Smear layer: overview of structure and function, *Proc Finn Dent Soc* 1992; 1: 215-224.
13. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens, *J Endod* 1987; 3: 147-157.
14. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3, *J Endod* 1983; 9: 137-142.
15. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smear layer on root canal walls, *J Endod* 1984; 10: 477-483.
16. Hülsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003; 36: 810-830.
17. Sen BH, Ertürk O, Piskin B. The effect of different concentrations of EDTA on instrumented root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108: 622-627.
18. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J* 2005; 38: 285-290.
19. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod* 2000; 26: 739-743.
20. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J* 2008; 41: 602-608.
21. Ribeiro EM1, Silva-Sousa YT, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Lorencetti KT, Silva SR. Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. *Microsc Res Tech.* 2012; 75: 781-790.

22. Abarajithan M1, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H. Comparison of EndoVac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 112: 407-411.
23. Boutsoukias C, Gogos C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Van der Sluis LW The effect of apical preparation size on irrigant flow in root canals evaluated using an unsteady Computational Fluid Dynamics model. *Int Endod J* 2010; 43: 874-881.

Yazışma Adresi:

Dr. Burcu ŞEREFİGLU,
Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti
Anabilim Dalı 35040, Bornova, İzmir, Turkey
Tel: +90 232 3114605
E-posta: burcuseref@yahoo.com