

Modifiye Üçlü Antibiyotik Patının Uzaklaştırılmasında Fotonla İndüklenmiş Fotoakustik Dalgalanma ile Farklı İrrigasyon Aktivasyon Rejimlerinin Kombinasyonunun Karşılaştırılması

Comparison of the Photon-initiated Photoacoustic Streaming Technique and a Combination of Different Irrigation Activation Regimens on the Removal of Modified Triple Antibiotic Paste

Melek AKMAN^a(ORCID-0000-0003-0433-7869), Arslan TERLEMEZ^a(ORCID-0000-0002-6092-4817), Makbule Bilge AKBULUT^a(ORCID-0000-0001-9082-3120),

Hale ARI AYDINBELGE^b(ORCID-0000-0001-7623-0759)

^aNecmettin Erbakan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, Konya, Türkiye

^aNecmettin Erbakan University, Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Konya, Türkiye

^bSelçuk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, Konya, Türkiye

^bSelcuk University, Faculty of Dentistry, Department of Endodontics, Konya, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kök kanallarından modifiye üçlü antibiyotik patının (mTAP) uzaklaştırılmasında foton kaynaklı fotoakustik dalgalanma (PIPS) tekniği ile farklı irrigasyon aktivasyon protokollerinin etkinliklerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Gereç ve Yöntemler: 111 adet çekilmiş insan mandibular-premolar dişi ProTaper döner eğe kullanılarak şekillendirildi. Kök kanalları mTAP ile dolduruldu ve 4 hafta sonra kökler kullanılan irrigasyon rejimlerine göre rastgele 7 gruba (n=15) ayrıldı: Self-Adjusting File (SAF), Pasif-Ultrasonik-İrrigasyon (PUI), EndoAktivatör (EA), SAF+EA, SAF+PUI, PUI+EA ve PIPS. Kalan dişlerin 3'ünde mTAP uzaklaştırılmakzen (pozitif kontrol) negatif kontrol grubu olarak kullanılan diğer 3 dişin kanalı mTAP ile doldurulmadı. Kökler uzunlamasına ikiye ayrıldı ve kanal duvarlarında kalan mTAP miktarı, 4 dereceli bir skortama sistemi kullanılarak x20 büyüme altında değerlendirildi. Veriler Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirildi.

Bulgular: Tüm deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. PIPS, SAF, SAF+EA ve SAF+PUI, mTAP'yi kök kanalından çıkarmada PUI ve PUI+EA'dan önemli ölçüde daha iyi performans gösterdi (P=0.000). EA orta düzeyde etkinlik gösterdi. Apikal ve orta üçte birlik kısımda PUI ve PUI+EA ve koronal üçte birlik kısımda PUI diğer gruplara kıyasla daha düşük performans sergiledi (P<0.05).

Sonuç: Kök kanallarından üçlü antibiyotik patın tamamen uzaklaştırılması mümkün olmadı. Yalnızca PIPS tekniği, apikal üçte birlik kısımda tüm mTAP'ın kaldırılmasında diğer tekniklerden daha başarılı bulundu.

Anahtar Kelimeler: Üçlü antibiyotik patının uzaklaştırılması, Foton Kaynaklı Fotoakustik Dalgalanma, İrrigant aktivasyonu.

Giriş

Kök kanal tedavisinin en önemli hedeflerinden biri ağız sağlığının korunması için dişlerin fonksiyonel oklüzyonda tutulmasıdır.¹ Kök gelişimi tamamlanmamış immatür dişlerde travma veya çürük sonucu pulpa nekrozu meydana gelebilir ve böyle bir durumda kök gelişimi durur. Rejeneratif endodontik tedavi kök gelişimi tamamlanmamış dişlerin kanal boşluğundaki dokuyu yenileyerek, dişlerin kök duvar kalınlığının artmasına ve apeksin kapanmasına yardımcı olabilir.^{2,3} Başarılı bir rejeneratif endodontik prosedür için bakterilerin kanal boşluğundan elimine edilmesi gerekmektedir.² Bakterileri elimine etmek için kanal içi medikament olarak kullanılan metronidazol, siprofloksasin ve minosiklinde oluşan üçlü antibiyotik patının (TAP) yaygın endodontik patojenlere karşı etkili olduğu hem in vitro⁴ hem de in vivo⁵ çalışmalarda gösterilmiştir. Ancak üçlü antibiyotik patının içerisinde yer alan minosiklinin kuronda renk değişikliğine yol açmasından dolayı karışımından çıkarılması ve yerine sefaklor'un

ABSTRACT

Background: The aim of this study is to compare the effectiveness of photon-induced photoacoustic streamin (PIPS) technique and different irrigation activation protocols in removing modified triple antibiotic paste (mTAP) from root canals..

Methods: 111 extracted human mandibular-premolar teeth were prepared using ProTaper rotary files. Root canals were filled with mTAP and after 4 weeks the roots were randomly divided into 7 groups (n=15) according to the irrigation regimens used: Self-Adjusting File (SAF), Passive-Ultrasonic-Irrigation (PUI), EndoActivator (EA), SAF+EA, SAF+PUI, PUI+EA and PIPS. While mTAP was not removed in 3 of the remaining teeth (positive control), the canals of the other 3 teeth used as the negative control group were not filled with mTAP. The roots were split longitudinally and the amount of mTAP remaining in the canal walls was evaluated under x20 magnification using a 4-grade scoring system. Data were statistically evaluated using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests..

Results: There were statistically significant differences among all of the experimental groups. The PIPS, SAF, SAF+EA, and the SAF+PUI showed significantly better performances than the PUI and the PUI+EA in removing the mTAP from the root canal (P=0.000). EA showed moderate activity. PUI and PUI+EA in the apical and middle third and PUI in the coronal third showed lower performance compared to the other groups (P<0.05).

Conclusions: It was not possible to completely remove triple antibiotic pastes from the root canals. The PIPS technique was more successful than other methods in removing all of the mTAP from the apical third.

Key Words: Removal of triple antibiotic paste, Photon Induced Photoacoustic Streaming, Irrigant activation..

eklenmesiyle modifiye üçlü antibiyotik pat (mTAP) adını almıştır.⁶ TAP'ın apikal papilladaki insan kök hücrelerine karşı sitotoksik etkisinden kaçınmak için düşük konsantrasyonlarda kullanılması önerilmektedir.⁷ Rejenerasyonun gerçekleşebilmesi için TAP'ın kök kanalından tamamen uzaklaştırılması son derece önemlidir.

Kök kanal sisteminden medikamentleri uzaklaştırmak için kullanılacak farklı irrigasyon aktivasyon sistemleri vardır. Endo-Aktivatör (Dentsply, Tulsa, OK), sonik irrigasyonda kullanılmak üzere üretilmiş bir cihazdır. Kesmeyen polimer ucu irrigasyon çözümüne belirli bir hız ve kuvvetle hareket kazandırır. Endo-Aktivatörün etkinliğinin ucuna takılı olan polimer ucun kök kanalında ileri ve geri sinerjistik hareketlerle oluşturduğu hidrodinamik aktivasyona bağlı olduğu bildirilmiştir.⁸ Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) ultrasonik olarak salınan yapan aletten, kök kanalındaki irrigasyon çözümüne akustik enerjinin aktarılması esasına dayanmaktadır. Enerji, ultrasonik dalgalar yoluyla iletilir ve irrigasyon çözümünde akustik dalgalanma

Gönderilme Tarihi/Received: 25 Ekim, 2022

Kabul Tarihi/Accepted: 25 Nisan, 2022

Yayınlanma Tarihi/Published: 21 Ağustos, 2023

Atıf Bilgisi/Cite this article as: Akman M, Terlemez A, Akbulut MB, Ari Aydınbelge H. Modifiye Üçlü Antibiyotik Patının Uzaklaştırılmasında Fotonla İndüklenmiş Fotoakustik Dalgalanma ile Farklı İrrigasyon Aktivasyon Rejimlerinin Kombinasyonunun Karşılaştırılması. Selcuk Dent J 2023;10(2): 474-478 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1194259

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Melek AKMAN

E-mail: melek_nas@hotmail.com

Doi: 10.15311/ selcukdentj.1194259

ve kaviteye meydana getirir.⁹ Self Adjusting File (SAF) (Re-Dent Nova, Ra'anana, İsrail), piyasaya son yıllarda sunulan içi boş silindirik bir egedir. Bu sistemde, dikey yönde vibrasyon hareketi yapan içi boş egein içinden irrigasyon solüsyonunun devamlı kanal içine aktığı gösterilmiştir.¹⁰ Son yıllarda; Er: YAG lazer sistemlerin de kök kanallarından medikamentlerin uzaklaştırılması için kullanılması önerilmiştir. Radyal ve şerit şeklinde yeni dizayn edilmiş bir uçla kullanılan ve "Foton İndüklenmiş Fotoakustik Dalgalanma" (Photon Induced Photoacoustic Streaming- PIPS®) prensibi ile çalışan bir yöntem geliştirilmiştir. PIPS ile uygulanan Er: YAG lazer; güç enerjisi kullanılarak kök kanalında bulunan irrigasyon solüsyonunda fotoakustik şok dalgaları oluşturur. Güçlü fotoakustik şok dalgası, irrigasyon solüsyonlarının üç boyutlu hareketini destekler.¹¹ Arslan ve ark.¹² PIPS tekniğinin kök kanallarından üçlü ve ikili antibiyotik patlarının çıkarılmasında EA ve şırınga ile irrigasyona göre daha etkili olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmanın amacı, kök kanallarından üçlü antibiyotik patının çıkarılmasında PIPS tekniğinin etkinliğini tek başına veya ikili kombinasyon halinde kullanılan SAF, EA ve PUI teknikleri ile karşılaştırmaktır. Çalışmanın sıfır hipotezi gruplar arasında fark olmadığı şeklinde kurulmuştur.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmaya Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırma Etik Kurulu Komisyonu tarafından etik kurul onayı alınarak başlandı (2022/17-126). Çalışmada kullanılmak üzere benzer kök kanal morfolojisine sahip 111 adet tek ve düz köklü alt küçük azı dişi kullanıldı. Her bir dişin koronal kısımları mine-sement seviyesinin altından su soğutması altında uzaklaştırıldı ve her bir kökün boyu 12±0.5 mm'ye sabitlendi. Elde edilen köklerin apikal kısımları pembe mum ile kapatıldı. Kök kanal preparasyon işlemleri üretici firmanın talimatları doğrultusunda ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ege sistemleri ile Sx, S1, S2, F1, F2, F3 ve F4 (boyut 40, 0.06 koniklik) gerçekleştirildi. Kök kanal preparasyonu sırasında kök kanalları her ege değişiminden sonra 2 ml %2,5' luk NaOCl solüsyonu ile yıkandı. Final irrigasyonda ise 5 ml %5,25 NaOCl ve 5 ml %17 EDTA ile yıkandı ve kâğıt konlarla kurulandı.

Kanal içi medikament olarak kullanılacak olan Siprofloksasin, Metronidazol ve Sefaklordan oluşan antibiyotiklerin eşit miktarlarda steril su (yaklaşık 0,9 g toz ve 1/mL su) ile karıştırılmasıyla elde edilen kremi mTAP karışımı bir lentulo-spiral ile kök kanalına yerleştirildi. Giriş kaviteyi pamuk pelet ve kalınlığı 3-4 mm olacak şekilde Coltosol (Coltosol, Colten, Langenau, Almanya) geçici dolgu maddesiyle kapatıldı. Örnekler, 37°C'de %100 nemli ortamda inkübatörde 28 gün süreyle bekletildi. Çalışmada 7 deney (n:15) ve 2 kontrol grubu (n:3) oluşturuldu. Pozitif kontrol grubunda kanal içi medikament uygulanmış örneklere herhangi bir irrigasyon protokolü uygulanmadı. Negatif kontrol grubu mTAP ile doldurulmadı. Çalışmada oluşturulan gruplar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

Grup 1: SAF

SAF egesi 10 ml %2,5 NaOCl sabit irrigasyon altında 1 dakika süre ile kök kanalında kullanıldı. SAF sistemi, 10 mL/dk hızında sürekli bir irrigasyon solüsyonu akışı sağlayan irrigasyon cihazına bağlı 0,4 mm genlik ve 5.000 titreşim/dk'lık bir titreşimde çalıştırıldı.

Grup 2: PUI

Satelec P5 Newtron XS ultrasonik sistemin (Acteon-Group Ltd., Merignac, Fransa) ege tutma adaptörüne birleştirilmiş 15 K-file kullanılarak 10 mL %2,5' luk NaOCl kanal içinde aktive edildi. Ultrasonik ege kanala yerleştirilerek 6 güç ayarında 1 dakika süreyle etkinleştirildi ve irrigasyon solüsyonu işlem boyunca sürekli olarak 10 ml/dak hızında verildi.

Grup 3: EA

Kök kanalı 27 gauge bir şırınga kullanılarak 10 ml %2,5' luk NaOCl solüsyonu ile irrig edildi ve dakikada 10.000 devire ayarlanan EA ile aktive edildi. Kırmızı (25/04) uç 1 dakika boyunca çalışma uzunluğundan 2 mm daha kısa tutulmuştur.

Grup 4: SAF ve EA Kombinasyonu (SAF+EA)

SAF sistemi, 5 ml %2,5' luk NaOCl ile sabit irrigasyon altında kök kanalında 30 saniye kullanıldı. Bunu, 5 ml %2,5' luk NaOCl ile 30 saniye süreyle kullanılan EA takip etti.

Grup 5: SAF ve PUI Kombinasyonu (SAF+PUI)

SAF sistemi, kök kanalında 5 ml %2,5' luk NaOCl 30 saniye süreyle sabit irrigasyon altında kullanılarak aktive edildi. Bunu takiben 5 ml %2,5' luk NaOCl, Satelec P5 Newtron XS ultrasonik sistemin ege tutma adaptörüne birleştirilmiş bir K-file (PUI) kullanılarak güç ayarı 6'da 30 saniye süre ile aktive edildi.

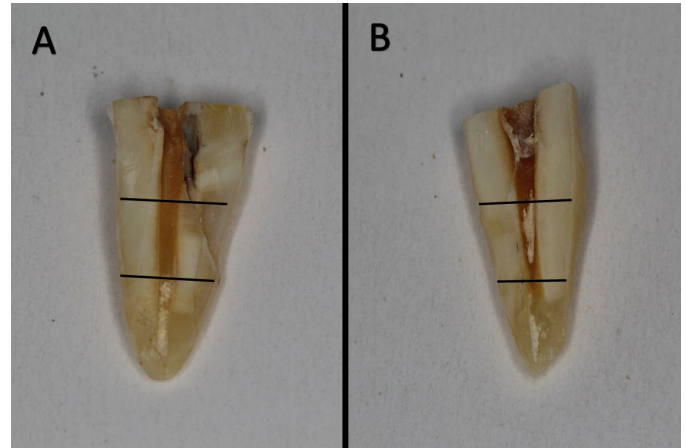
Grup 6: PUI ve EA Kombinasyonu (PUI+EA)

5 ml %2,5 NaOCl ile 30 saniye süreyle PUI uygulandı. Bunu 5 ml %2,5' luk NaOCl ile 30 saniye süreyle kullanılan EA takip etti.

Grup 7: PIPS

Dalga boyu 2.940 nm olan bir Er: YAG lazer PIPS yöntemiyle kullanılarak mTAP uzaklaştırıldı. 12 mm uzunluğunda, 400 mm kuvars uç, ucundan 3 mm poliamid kılıf sınırlarak inceltildi. Uç, darbe başına 0,3 W, 15 Hz ve 20 mJ ile uygulandı. Daha sonra 5 ml %2,5 NaOCl ile kök kanalı yıkandı ve kanal solüsyonla doluyken optik fiber kök kanalının koronal kısmına yerleştirildi. Koronal kısımda irrigasyon solüsyonu azaldığında 5 ml %2,5 NaOCl tazelendi. Optik uç, her uygulamada 1 dakika süreyle etkinleştirildi. Uygulanan tüm gruplarda toplam aktivasyon süresi 1 dakika ve toplam %2,5' luk NaOCl hacmi 10 ml idi.

Her bir kökün bukkal ve lingual yüzeylerinde paralel oluklar oluşturularak dikey olarak iki parçaya ayrıldı. Her üçte birlik kısımda net olarak görülebilen kök yarısı değerlendirme için seçildi ve kökün koronal (apeksten 12 mm), orta (apeksten 8 mm) ve apikal (apeksten 4 mm) üçte birlik kısımlarının görüntüleri alındı. Bu amaçla 20x büyütmede kullanılan stereomikroskop (Leica MZ16A, Wetzlar, Almanya) üzerine monte edilmiş bir dijital kamera yardımıyla görüntüler elde edildi ve bilgisayara aktarıldı. Birbirinden bağımsız iki endodonti uzmanı tarafından hangi deney grubuna ait olduğu bilinmeden her bir örnek incelenerek skorlandı. 13. Skor 0: Temiz kök kanal duvarları, Skor 1: Kanalın yarısından azında mTAP artığı; Skor 2: Kanalın yarısından fazlasında mTAP artığı Skor 3: Kök kanalını tamamen kaplayan mTAP artığı (Şekil 1)



Şekil 1. Skorların temsili görüntüleri; Skor 0: A (orta, koronal üçlü), Skor 1: B (apikal üçlü), Skor 2: B (orta üçlü), Skor 3: A (apikal üçlü)

İstatistiksel Analiz

Gözlemciler arası uyumu analiz etmek için kappa testi kullanıldı. Veriler Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri ile analiz edildi. Test, %95 güven düzeyinde (P<.05) gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Kappa testi, gözlemciler arası uyumun %98 olduğunu gösterdi. (Kappa değeri=0.94). Her bir deney grubunun apikal, orta ve koronal bölgedeki skor değerleri ve medyan değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Oluşturulan deney gruplarında kullanılan yöntemlerin hiçbirisiyle

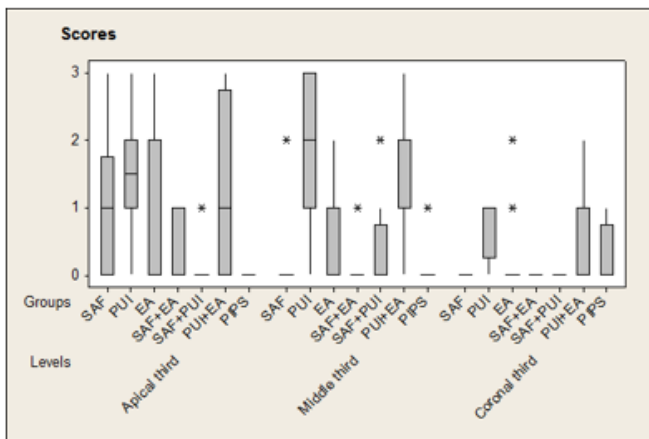
mTAP patı kök kanallarından tam olarak uzaklaştırılmadı (Tablo 1).

Tablo 1. Skorların dağılımı ve medyan (n=15).

Skorlar	0	1	2	3	Kruskall -Wallis istatistiksel analiz(P<.05)*	
					Medyan	
Grup 1(SAF)						
Apikal	6	5	3	1	1.0	a
Orta	13	-	2	-	0.0	b
Koronal	15	-	-	-	0.0	b
Grup 2(PUI)						
Apikal	-	7	5	3	2.0	a
Orta	1	3	5	6	2.0	a
Koronal	3	12	-	-	1.0	b
Grup 3(EA)						
Apikal	8	3	3	1	0.0	a
Orta	9	5	1	-	0.0	a
Koronal	13	1	1	-	0.0	a
Grup 4(SAF+EA)						
Apikal	10	4	-	-	0.0	a
Orta	14	1	-	-	0.0	ab
Koronal	15	-	-	-	0.0	b
Grup5(SAF+PUI)						
Apikal	12	3	-	-	0.0	a
Orta	11	1	3	-	0.0	a
Koronal	15	-	-	-	0.0	a
Grup 6 (PUI+EA)						
Apikal	5	5	1	4	1.0	a
Orta	2	3	9	1	2.0	a
Koronal	10	4	1	-	0.0	b
Grup 7 (PIPS)						
Apikal	15	-	-	-	0.0	a
Orta	13	2	-	-	0.0	a
Koronal	11	4	-	-	0.0	a

*Aynı grubun üç bölge arasındaki istatistiksel karşılaştırma. Farklı harfler önemli farklılıkları belirtir.

Grupların mTAP kaldırmada skorların dağılımı box plots grafiğinde gösterilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Skorların dağılımını gösteren box plot grafiği

*Uç aykırı değerleri gösterir.

Pozitif kontrol grubunda kök kanal duvarlarının tamamen mTAP ile dolu olduğu, negatif kontrol grubunda ise kök kanal duvarlarında mTAP olmadığı gözlemlendi. Kruskal-Wallis testi sonuçlarına göre tüm deney grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. (p=0,00). Eşli karşılaştırmalar için yapılan Mann-Whitney U

testi sonucunda, kanalın tamamı dikkate alındığında PIPS, SAF, SAF+EA ve SAF+PUI gruplarının, mTAP'yi kök kanalından çıkarmada PUI ve PUI+EA gruplarından önemli ölçüde daha etkili temizlik gerçekleştirdiği gözlemlendi. EA grubunun, mTAP'nin uzaklaştırılmasında orta derecede verimli bir yöntem olduğu belirlendi (p=0.000).

Kruskal-Wallis testinde, her bir grubun apikal, orta ve koronal üçlü bölgelerinde gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi (p<0.05). Apikal üçlü bölgesinde, SAF+EA, SAF+PUI ve PIPS'in temizleme etkinliği PUI ve PUI+EA'den daha yüksek bulundu (p<0.05). Orta üçlü bölgesinde, PUI ve PUI+EA en düşük temizleme etkinliği gösterirken (p<0.05), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0.05). Koronal üçlü bölgesinde, SAF, EA, SAF+EA, SAF+PUI'nin temizleme etkinliği PUI'dan yüksek bulundu (p<0.05).

Kruskal-Wallis testinde, her bir grubun apikal, orta ve koronal üçlü bölgelerinde gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi (p<0.05). Apikal üçlü bölgesinde, SAF+EA, SAF+PUI ve PIPS'in temizleme etkinliği PUI ve PUI+EA'den daha yüksek bulundu (p<0.05). Orta üçlü bölgesinde, PUI ve PUI+EA en düşük temizleme etkinliği gösterirken (p<0.05), diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0.05). Koronal üçlü bölgesinde, SAF, EA, SAF+EA, SAF+PUI'nin temizleme etkinliği PUI'dan yüksek bulundu (p<0.05).

Her bir grup için, apikal, orta, ve koronal üçlü bölge karşılaştırıldığında, EA (p=0.121), SAF+PUI (p=0.058), PIPS (p=0.107) için apikal, orta ve koronal üçlü bölgeleri arasında anlamlı fark bulunmadı. PUI (p=0.001) ve SAF+EA (p=0.019) grupları mTAP'yi temizlemede koronal üçte birlik kısımda anlamlı derecede daha etkiliyken, SAF grubu (p=0.001), koronal ve orta üçte birlik kısımlarda mTAP'nin çıkarılmasında anlamlı derecede daha etkili bulunmuştur. PUI+EA grubunun (p=0,005), apikal ve orta üçte birlik kısımdaki mTAP'yi temizleme etkinliği koronal bölgeye göre önemli ölçüde daha yüksek bulundu.

TARTIŞMA

Dentin duvarlarında kalan medikament kalıntıları kök kanal patlarının kapatma kabiliyetini azaltabilir.¹⁴ Kalan kalıntı miktarı dijital fotoğraf, stereomikroskop, taramalı elektron mikroskopu, mikro bilgisayarlı tomografik görüntüleme ve spiral bilgisayarlı tomografik görüntüleme gibi çeşitli yöntemlerle değerlendirilebilir.¹⁶ Mevcut çalışmada x20 büyütmede stereomikroskop kullanılmış ve kalıntılar daha önceki çalışmalarda kullanılan benzer şekilde 4'lü skorlama sistemi kullanılarak değerlendirilmiştir.¹³ Çalışmamızın sonuçlarına göre; kök kanalından uzaklaştırılan mTAP miktarı kullanılan irrigasyon aktivasyon protokollerinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Böylece, sıfır hipotezi de reddedilmiştir.

TAP, rejeneratif endodontide kritik bir adım olan bakteriyel biyofilm ortadan kaldırmak için önemli bir potansiyele sahiptir. Rejeneratif endodontik prosedürlerde, TAP'ı 3 aya kadar kök kanalından uzaklaştırmayan çalışmalar mevcuttur.^{15,16} Bu çalışmada ise klinik prosedürlere uyum sağlaması açısından mTAP 4 hafta sonra kök kanalından uzaklaştırılmıştır.

Yapılan bir çalışmada, kök kanallarındaki yapay oluklardan hem DAP hem de TAP'ın uzaklaştırılmasında PIPS' in EA'ya göre daha üstün olduğu bildirilmiştir.¹² Mevcut çalışmanın sonuçları da, Arslan ve ark.¹² nin sonuçlarına benzer şekilde, PIPS sisteminin mTAP'ın uzaklaştırılmasında EA'den daha iyi bir etkinlik sergilediğini göstermiştir. Ancak, kök kanallarından mTAP'nin çıkarılmasında PIPS tekniğini, tek başına veya kombine kullanımda SAF ve PUI ile karşılaştıran yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamızın sonuçları, PIPS, SAF, SAF+PUI ve SAF+EA'nın, kök kanallarından mTAP'yi kaldırmada PUI veya PUI+EA'dan daha etkili olduğunu göstermiştir. PIPS ve ultrasonik irrigasyon aktivasyon tekniklerinin çalışma prensibi, akustik enerjinin kök kanalındaki irrigasyon çözümüne iletilmesine dayanır.^{11,17} Mevcut çalışmada, kök kanallarından mTAP'ın çıkarılmasında PIPS grubunun temizleme etkinliği PUI grubuna göre daha başarılı bulunmuştur. PIPS tekniğinde, her bir titreşim su molekülleri ile etkileşir, güçlü bir akış sıvısının oluşumuna yol açan ardeşik şok dalgaları yaratır ve irrigasyon çözümünün üç boyutlu hareketine izin verir.¹¹ DiVito ve ark.¹¹ PIPS uçları kullanarak lazerle etkinleştirilmiş irrigasyonun, geleneksel

irrigasyon prosedürlerine kıyasla kök kanal duvarlarının temizliğinde önemli ölçüde daha etkili olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda, PIPS tekniğinin apikal uçludaki mTAP'ın tamamını çıkardığı gözlenmiştir. Bu sonuç, pasif ultrasonik irrigasyonla karşılaştırıldığında lazer aktivasyonu ile irrigasyon sıvısına yüksek miktarda enerji transfer edilmesiyle açıklanabilir.¹⁷ Yakın zamanda yapılan bir çalışmada da, PIPS'in apikalde biriken debrisin çıkarılmasında sonik ve ultrasonik tekniklerden daha etkili olduğu gösterilmiştir.¹⁸

Yapılan birçok çalışmada; üçlü antibiyotik patının farklı irrigasyon prosedürleri ile kök kanallarından tamamen çıkarılmasının zor olduğu bildirilmiştir.^{12,19-21} Berkoff ve ark.²¹ TAP'ın %88'inin dentinde kaldığını ve kök kanalında kalan TAP'ın yaklaşık %50'sinin 350 µm'ye (mikronmetre) kadar çevresel olarak dentin tübüllerinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, TAP'ın dentine bağlanması ve penetrasyonu nedeniyle mevcut irrigasyon prosedürleri ile kök kanal sistemlerinden etkili bir şekilde kaldırılamayacağını rapor etmişlerdir. Mevcut çalışmada; kök kanalından mTAP çıkarılmasında SAF ve PIPS gruplarının EA ve PUI gruplarına göre temizleme etkinliği daha fazla bulunmuştur. Bu, SAF sistemlerinin tasarım ve çalışma prensibine bağlanabilir. SAF sistemi, titreşim hareketi ile irrigasyonun ek aktivasyonu ile kök kanalının sürekli ıslanmasını sağlayan ve kök kanalında türbülans oluşturan içi boş bir eğedir.^{10,22} Ayrıca, farklı şekli ile kök kanallarına uyum sağlama yeteneği nedeniyle bu sistem mTAP'nin çıkarılmasında temizleme etkinliğinin artmasına sebep olmuş olabilir.

Bu in vitro çalışmanın sınırları içerisinde üçlü antibiyotik patlarını kök kanallarından tamamen uzaklaştırılması mümkün olmadı. PIPS tekniği, apikal üçte birlik kısımdaki mTAP'ın tamamını çıkarmada diğer yöntemlere göre daha başarılı oldu.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışma herhangi bir tez çalışmasından üretilmemiştir.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This study was not produced from any thesis.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentajournal@hotmail.com

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: MA(%80), HAA(%20)
Veri Toplanması | Data Acquisition: MA (%40), AT(30), MBA(%30)
Veri Analizi | Data Analysis: MA(%20), AT (%30), MBA(%30), HAA (%20)
Makalenin Yazımı | Writing up: MA(%100)
Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: MA(%100)

KAYNAKLAR

1. Trope M. Treatment of the immature tooth with a non-vital pulp and apical periodontitis. *Dent Clin North Am* 2010;54:313-24.
2. Diogenes A, Henry MA, Teixeira FB, Hargreaves KM. An update on clinical regenerative endodontics. *Endod Top* 2013;28:2-23.
3. Jeeruphan T, Jantarat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. *J Endod* 2012;38:1330-6.
4. Hoshino E, Kurihara-Ando N, Sato I, et al. In-vitro antibacterial susceptibility of bacteria taken from infected root dentine to a mixture of ciprofloxacin, metronidazole and minocycline. *Int Endod J* 1996;29:125-30.
5. Windley W, Teixeira F, Levin L, et al. Disinfection of immature teeth with a triple antibiotic paste. *J Endod* 2005;31:439-43.
6. Thibodeau B, Trope M. Pulp revascularization of a necrotic infected immature permanent tooth: case report and review of the literature. *Pediatr Dent* 2007;29:47-50.
7. Ruparel NB, Teixeira FB, Ferraz CC, Diogenes A. Direct effect of intracanal medicaments on survival of stem cells of the apical papilla. *J Endod* 2012;38:1372-5.
8. Ruddle CJ. Hydrodynamic disinfection: tsunami endodontics. *Dent Today* 2007;26:4-7.
9. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007;40:415-26.
10. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod* 2010;36:679-90.
11. DiVito E, Lloyd A. ER: YAG laser for 3-dimensional debridement of canal systems: use of photon-induced photoacoustic streaming. *Dent Today* 2012;31:4-7.
12. Arslan H, Akcay M, Capar ID, et al. Efficacy of needle irrigation, EndoActivator, and photon-initiated photoacoustic streaming technique on removal of double and triple antibiotic pastes. *J Endod* 2014;40:1439-42.
13. Van der Sluis LW, 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;40:52-7.
14. Thakur DA, Patil S, Gade V, Jogad N, Gangrade A, Sinkar R. Comparative scanning electron microscopy evaluation of canal brushing technique, sonic activation, and master apical file for the removal of triple antibiotic paste from root canal (in vitro study). *Contemp Clin Dent* 2015;6:517-21.
15. Banchs F, Trope M. Revascularization of immature permanent teeth with apical periodontitis: new treatment protocol? *J Endod* 2004;30:196-200.
16. Petrino JA, Boda KK, Shambarger S, et al. Challenges in regenerative endodontics: a case series. *J Endod* 2010;36:536-41.
17. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987;13:490-9.
18. De Groot SD, Verhaagen B, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR, Van der Sluis LW. Laser-activated irrigation within root canals: cleaning efficacy and flow visualization. *Int Endod J* 2009;42:1077-83.
19. Arslan H, Capar ID, Saygili G, Uysal B, Gok T, Ertas H, Topcuoglu HS. Efficacy of various irrigation protocols on the removal of triple antibiotic paste. *Int Endod J* 2013; 47:594-599.
20. Akman M, Akbulut MB, Aydinbelge HA, Belli S. Comparison of Different Irrigation Activation Regimens and Conventional Irrigation Techniques for the Removal of Modified Triple Antibiotic Paste from Root Canals. *J Endod* 2015;41:720-4.
21. Berkhoff JA, Chen PB, Teixeira FB, Diogenes A. Evaluation of triple antibiotic paste removal by different irrigation procedures. *J Endod* 2014;40:1172-7.
22. Hof R, Perevalov V, Eltanani M, Zary R, Metzger Z. The self-adjusting file (SAF). Part 2: mechanical analysis. *J Endod* 2010;36:691-6.