



ENDODONTİDE İRRİGASYON AKTİVASYON YÖNTEMLERİ

IRRIGATION ACTIVATION METHODS IN ENDODONTICS

Dt. Şefika Nur AKYÜZ EKİM*

Prof. Dr. Ali ERDEMİR*

Makale Kodu/Article code: 1448
Makale Gönderilme tarihi: 24.12.2013
Kabul Tarihi: 19.02.2014

ÖZET

Günümüze kadar, endodontideki teknolojik gelişmelerle birlikte, kök kanal tedavisinin başarısını artırmak amacıyla farklı birçok irrigasyon dağıtım ve aktivasyon tekniği geliştirilmiştir. Bu sistemler manuel ve mekanik aktivasyon teknikleri olarak sınıflandırılmaktadır. Bu yöntemlerin piyasaya sunulmasından bu yana; irrigasyon solüsyonunun kök kanalına transferi, debrislerin ve smear tabakasının kök kanalından uzaklaştırılması gibi klinik uygulamalarda kullanımı artmıştır. Bu derlemenin amacı, endodontide irrigasyon solüsyonu aktivasyon yöntemleri ile ilgili güncel bilgiyi sunmak ve bu yöntemlerin temizleme etkinliğini özetleyerek tartışmaktır.

Anahtar Kelimeler: İrrigasyon; Aktivasyon; Smear Tabakası; Kök Kanal Tedavisi

ABSTRACT

Until today, with technological advances in endodontics, many different irrigation delivery and agitation techniques have been developed in order to increase the success of a root canal treatment. These systems categorize as manual or mechanical agitation techniques. Since its introduction, these systems has become increasingly more useful in clinical applications such as delivering of irrigation solutions to the root canal, removing debris smear layer from root canal. The aim of this review is to summarize and discuss the available information concerning present irrigant agitation methods available in endodontics and to provide a critique of irrigation methods and their debridement efficacy in endodontics.

Key Words: Irrigation; Activation; Smear Layer; Root Canal Therapy

Kök kanal tedavisi; pulpa dokusunun kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasını takiben kök kanallarının mekanik olarak genişletilmesi, irrigasyon solüsyonları ile dezenfeksiyonu ve kurondan apikale üç boyutlu olarak hiçbir şekilde sızıntıya olanak sağlamayacak şekilde doldurulması işlemidir. Başarılı bir endodontik tedavi; bu ana prensiplerin tam olarak yerine getirilmesine bağlıdır.¹

Kök kanal sisteminin temizlenmesi ve şekillenmesi, kök kanalının sterilizasyonu için gereken en önemli tedavi basamağıdır. Mekanik preparasyon ve irrigasyon işlemi ile kök kanalındaki nekrotik dokuların ve mikroorganizmaların uzaklaştırılması amaçlanmaktadır.

Kök kanallarının preparasyonu sırasında kök kanal duvarlarında; dentin talaşları, vital ya da nekrotik artıklar, pulpa dokusu kalıntıları, tükürük, odontoblastik uzantılar ve bazen de mikroorganiz-

maları içeren bir tabaka oluşmaktadır. Mine ve dentin üzerinde; kesilen dokunun tipine bağlı olarak biriken bu tabaka "smear tabakası" olarak tanımlanmaktadır.²⁻⁴ Kök kanalındaki bu tabakanın varlığını; endodontik tedaviyi nasıl etkileyeceği tam olarak bilinmemektedir. Dentin kanalcıklarının ağzını tıkayabilmesi, tıkanan kanallarda olası bakterilerin kolayca üreyebilmesi ve kök kanal dolgu maddesinin kanal duvarına temas etmesini engelleyip apikal sızıntıya neden olabileceği düşünülerek daimi kanal dolgusundan önce kök kanalından uzaklaştırılması gerektiği birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmüştür.⁵⁻⁹

Mevcut kanal genişletmesinde kullanılan tekniklerin ve bilinen irrigasyon solüsyonlarının smear tabakasını kaldırmada yetersizliği göz önünde bulundurularak, araştırmacılar yeni sistemlerin etkinliği yönünde çalışmalarına devam etmektedirler.^{10, 11} Son yıllarda, kök kanallarında irrigasyon solüsyonlarının aktive edilmesiyle smear tabakasının ve debrislerin

* Kırıkkale Üniversitesi, Dis Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı



daha iyi uzaklaştırılabileceğini bildiren çalışmalar mevcuttur.^{12,13} Aktif irrigasyonla; solüsyonların kök kanalında hidrodinamik etkinliği güçlendirilerek dezenfeksiyonun etkinliğinin artırılması hedeflenmektedir. Smear tabakasını ve dentin debrislerini uzaklaştırmak için organik ve inorganik çözücülerin yanı sıra manuel ve mekanik aktivasyon tekniklerinin kullanımı önerilmektedir.¹⁴⁻¹⁹

A) Manuel Aktivasyon Teknikleri

Kök kanallarında elle yapılan irrigasyon aktivasyon teknikleri arasında şırıngalar, fırçalar ve manuel dinamik aktivasyon teknikleri gösterilmektedir.

1-İğne veya Kanül Kullanılarak Yapılan Şırınga ile İrrigasyon

Şırınga ile konvensiyonel irrigasyon yöntemi dişhekimleri ve endodontistler tarafından yaygın olarak kullanılan ve kabul gören bir yöntemdir. Bu yöntemde; çeşitli çaplara sahip şırınga veya kanüller, kök kanallarında aşağı yukarı hareket ettirilerek irrigasyon solüsyonları kök kanallarına uygulanmaktadır. Ayrıca bu amaçla farklı irrigasyon iğneleri de geliştirilmiştir. Perfore (yandan açıklı) irrigasyon iğnelerinin kullanımı, ilk defa Goldman ve ark.²⁰ tarafından tanımlanmış bir yöntemdir. Bu iğneler ucu kapalı olarak dizayn edilmeleri nedeni ile irrigasyon solüsyonlarının, apikal bölgeden dışarıya taşma olasılığının azaldığı bildirilmiştir.²¹ Bu yöntemde; irrigasyon solüsyonunun, geleneksel şırınga ile irrigasyon yöntemine kıyasla kök kanallarına daha fazla dağılımının sağlandığı bildirilmiştir.^{20, 22}

2. Fırçalar

Fırça ile kaplı irrigasyon iğneleri, kök kanalında bulunan pulpal ve nekrotik artıkların uzaklaştırılmasında ve irrigasyon solüsyonunun aktivasyonunda kullanılabilir. Bu amaçla endodonti pratiğinde kullanılmak üzere Endobrush (C & S Microinstruments Limited, Markham, Ontario, Canada) ve 30 Gauge'luk irrigasyon iğnesinin fırça ile kaplandığı tipteki (NaviTip FX; Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) fırçalar geliştirilmiştir. Keir ve ark.²³ yaptıkları çalışmalarında Endobrush fırçanın aktif fırçalama ve rotasyonel hareketi sayesinde, kök kanallarının debridmanını sağlama da etkin bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Al-Hadlaq ve ark.²⁴; 30-gauge'luk NaviTip FX irrigasyon iğnesinin, aynı çaptaki fırça ile kaplı olmayan irrigasyon iğnesine kıyasla kök kanalının kuronal kısmında bulunan debrislerin uzaklaştırılmasında daha etkin olduğunu bildirmişlerdir.

3. Manuel-Dinamik İrrigasyon

Bu irrigasyon şekli, kök kanalına uygulanan son genişletmenin çapına sahip gutta-perkanın, kök kanalında bulunan irrigasyon solüsyonu içinde ileri ve geri hareketleri ile kök kanalında oluşturduğu hidrodinamik aktiviteye bağlı dinamik irrigasyon şeklindedir. McGill ve ark.²⁵; bu hidrodinamik etkinin, irrigasyon solüsyonunda oluşan yer değiştirmeyle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bazı çalışmalarda; manuel dinamik irrigasyonun, otomatik-dinamik irrigasyon sistemine ve statik irrigasyona kıyasla daha etkin olduğu bildirilmiştir.^{25, 26} Jiang ve ark.²⁷ yaptıkları çalışmalarında; kök kanallarında debris uzaklaştırma etkinliği açısından, açılı veya açısız gutta perka konuları ile yapılan manuel dinamik irrigasyonun, ultrasonik irrigasyon yöntemine kıyasla etkinliğinin daha az olduğunu gözlemlemişlerdir.

B) Mekanik Aktivasyon Teknikleri

1. Rotary Fırçalar

Dentin debrislerinin ve smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla mikro fırçaların kullanımı, ilk defa Ruddle tarafından gerçekleştirilmiştir.²⁸ 300 rpm hızla çalışan bu fırçalarda, radial olarak uzanan fırça kolları dentin debrislerinin kök kanallarının apikal kısmından kuronal kısmına doğru uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Kök kanallarından debris ve smear tabakayı uzaklaştırmak amacıyla tasarlanan başka bir fırça türü olan CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Germany) ise, 600 rpm turlu motorlara takılarak kullanılabilir. Kök kanallarındaki düzensizliklere ve eğime uyumunu sağlamak amacıyla esnek olarak tasarlanmıştır. Al-Alı ve ark.²⁹; CanalBrush yöntemi ile ultrasonik yöntemlerin, kök kanallarından debris uzaklaştırma etkinlikleri arasında fark olmadığını, her iki yöntemin de manuel irrigasyon yönteminden daha etkin olduğunu bildirmişlerdir.

2. Döner Aletle Enstrümantasyon Esnasında Devamlı İrrigasyon

Quantec-E (SybronEndo, Orange, CA) irrigasyon sistemi; döner aletle aktif enstrümantasyon esnasında, devamlı irrigasyon solüsyonunda aktivasyonu uygulayan bir sistemdir. Bu irrigasyon yöntemi ile kök kanalına uygulanacak olan irrigasyon solüsyonunun, hacminin ve uygulama zamanının artırılması amaçlanmaktadır. Böylece; irrigasyon solüsyonunun kök kanalında penetrasyon derinliği artırılarak, daha iyi bir ortamın sağlanabileceği iddia edilmektedir. Setlock ve ark.³⁰ yaptıkları çalışmada, Quantec-E irrigasyon



sistemi ile şırınga ile irrigasyon sistemini karşılaştırmışlar ve kök kanalının sadece kural kısmında, daha temiz dentin duvarları elde edildiğini ve kök kanalının apikal ve orta kısımlarında her iki yöntem arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Walters ve ark.³¹ yaptıkları çalışmalarında, irrigasyonda şırınga iğnesi ile Quantec-E sistem arasında herhangi bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

3. Sonik Sistemler

Sonik sistemler; 2-3 kHz'lik frekansta dönme hareketi yapmaksızın, hava basıncı ile çalışan özel kanal aletleri (Rispi Sonic, Shaper Sonic, Heli Sonic eğeler gibi) ile yatay yönde titreşim ve aşağı yukarı hareketlerle temizleme yapabilen aygıtlardır.³² Sinüzoidal ve salınma hareketleri ile gönderilen titreşim enerjisi, enstrümanlara transfer edilmektedir. EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), sonik irrigasyonda kullanılmak üzere üretilmiş bir cihazdır. Kesmeyen polimer ucu; irrigasyon solüsyonuna belirli bir hız ve kuvvetle hareket kazandırır. EndoActivator'un etki mekanizmasının; ucun, kök kanalındaki ileri ve geri hareketleriyle oluşan sinerjistik etkiyle oluşturduğu hidrodinamik aktivasyona ilişkin olduğu rapor edilmiştir.³³ Rödig ve ark.³⁴, yaptıkları çalışmalarında; farklı irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin, kurvatürlü kök kanallarında dentin debris uzaklaştırma etkinliğini değerlendirmişlerdir. EndoActivator irrigasyon sistemi, ultrasonik irrigasyon ve CanalBrush arasında; dentin debris uzaklaştırma etkinliği açısından, herhangi bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Tronstad ve ark.³⁵ sonik aletlerle birlikte EDTA ve NaOCl solüsyonunun kullanılmasının etkinliklerini değerlendirmişler ve sonik aletlerle EDTA solüsyonu kullanımının, daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

4. Ultrasonik İrrigasyon

Richman tarafından 1957 yılında endodontik uygulamalarda kullanılmaya başlanan ultrasonikler, günümüzde irrigasyon solüsyonunun etkinliğini artırmak için kök kanallarında aktivasyon amacıyla kullanılan yöntemlerden birisidir.³⁶ Ultrasonik irrigasyon yönteminin; smear tabaka ve dentin debrislerini uzaklaştırmada, etkili bir yöntem olduğu rapor edilmiştir.³⁷ Literatürde iki çeşit ultrasonik irrigasyondan bahsedilmektedir;

-Ultrasonik irrigasyon (UI): Ultrasonik enstrümantasyonla eş zamanlı (simultane) kombine kullanılan irrigasyondur.

-Pasif ultrasonik irrigasyon (PUI): Enstrümantasyon sonrasında irrigasyon solüsyonunu aktive etmek için kullanılır.³⁸

UI'nun; kök kanal sisteminden pulpayı ve kanal duvarlarından smear tabakasını uzaklaştırma etkinliği, PUI'ya göre oldukça düşüktür.³⁹ Bu durum, akustik dalgalanma ve kaviteyondaki düşüşle açıklanabilmektedir. PUI yönteminin temizleme etkisi; dentin debris, mikroorganizma ve organik dokunun daha etkin şekilde uzaklaştırılması esasına dayanmaktadır. Pasif ultrasonik irrigasyon; titreşen aletten, kök kanalındaki irrigasyon solüsyonuna akustik enerjinin aktarılması esasına dayanmaktadır. Enerji, ultrasonik dalgalar yoluyla iletilir ve irrigasyon solüsyonunda akustik dalgalanma ve kaviteyasyon meydana getirebilir.^{37, 40-42} Bu yöntemin geleneksel şırınga ile karşılaştırıldığı çalışmalarda, pasif ultrasonik irrigasyon yönteminin; pulpa dokusu artıklarını, dentin debrisini ve planktonik bakterileri daha etkin uzaklaştırdığı gözlemlenmiştir.³⁷ Küçük çaplı enstrümanların; yüksek devirde ve solüsyon içinde serbestçe vibrasyon yaptığı durumlarda, akustik akımların maksimum düzeye ulaştığı ileri sürülmüştür.³⁷

Kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde; geleneksel mekanik preparasyonu takiben, %3'lük NaOCl solüsyonunun 5 dk. boyunca ultrasonik olarak aktive edilerek kullanılmasının, smear tabakasını daha etkin bir şekilde uzaklaştırılabileceği ileri sürülmüştür.¹⁴ Huque ve ark.⁴³; ultrasoniklerin, %12'lik NaOCl solüsyonunun etkinliğini arttırdığını ve kök dentininin derin tabakalarında da bakterileri uzaklaştırdığını göstermişlerdir. Akyuz⁴⁴, NaOCl ve EDTA irrigasyon solüsyonlarının ultrasonik yöntemle aktive edilmesinin; smear tabakanın ve dentin debrislerinin uzaklaştırılmasında etkin bir yöntem olduğunu bildirmiştir.

Ultrasonik enstrümantasyonla smear tabakasının uzaklaşmayacağını savunan çalışmalar da mevcuttur.^{45,46} Abbott ve ark.⁴⁷ EDTAC ile birlikte NaOCl kullanımının; kanal duvarlarını temizlediğini, ultrasoniklerin bu solüsyonların temizleme etkinliğini artırmadığını belirtmişlerdir.

5. Ardışık Düzenli Basıncı Oluşturan Cihazlar

Günümüzde irrigasyon esnasında yıkamaya yardımcı olması amacı ile ardışık düzenli basınç oluşturarak çalışan cihazlar geliştirilmiştir. Bu şekilde çalışan; RinsEndo® (Duerr –Dental, Bittigheim-Bissingen, Almanya) ve EndoVac® (Discus Dental, Culver City, CA) olmak üzere iki sistem mevcuttur.



RinsEndo sisteminde, sisteme adapte bir kanül yardımı ile kök kanalına 1.6 Hz frekansında 65 mL'lik irrigasyon solüsyonunun boşaltma işlemi gerçekleştirilmektedir. İrrigasyon solüsyonunun boşaltma işlemi gerçekleştirilirken, aynı zamanda kök kanalında bulunan solüsyonu da emme işlemi gerçekleşmektedir. Bu basınç ve emme döngüsü, dakikada 100 kez tekrarlanmaktadır. Yapılan bir çalışmada, bu sistemin manuel dinamik irrigasyona göre daha etkin bir yöntem olduğu bildirilmiştir.²⁵ Yapılan başka bir çalışmada ise; kök kanallarındaki dentin debrisini uzaklaştırma etkinliği bakımından, RinsEndo ve konvensiyonel irrigasyon sistemleri arasında fark olmadığı bildirilmiştir.⁴⁸

EndoVac sistemi, endodontik irrigasyon yöntemlerinde, en son gelişim gösteren sistemlerden birisidir. Bu sistem sayesinde; kanaldaki tüm çalışma aralığının, sürekli gelen sıvı yardımı ile yıkanması sağlanır. EndoVac irrigasyon sistemi; apikalde negatif basınç oluşturarak, kanal içi sıvısının apikal yoldan aspirasyonunu sağlar. İrrigasyon solüsyonunun kanal içindeki döngüsünün; kök kanalındaki dezenfeksiyonda ve smear tabakasının kaldırılmasında, öncülük ettiği savunulmaktadır. EndoVac sisteminin; kök kanalında irrigasyon solüsyonunun yüksek hızlı akışını sağladığı ve çalışma boyundan 1 mm kısa mesafede, şırınga iğnesi ile manuel irrigasyona göre debrisi daha iyi uzaklaştırdığı rapor edilmiştir.¹⁷ Shin ve ark.⁴⁹ yapmış oldukları çalışmalarında, kök kanallarından debrisin uzaklaştırılmasında, EndoVac irrigasyon sisteminin 24-veya 30-gauge'luk irrigasyon iğnesiyle yapılan manuel irrigasyona yöntemine göre daha etkin olduğunu rapor etmişlerdir. Howard ve ark.⁵⁰, farklı irrigasyon sistemlerinin kök kanallarındaki debris uzaklaştırma etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında; EndoVac irrigasyon sisteminin kök kanallarındaki debrisi önemli düzeyde uzaklaştırdığını rapor etmişlerdir. Miranda ve ark.⁵¹, EndoVac irrigasyon sisteminin; yalnız başına veya fotodinamik tedaviye ilave olarak kullanıldığında, kök kanallarındaki *E. faecalis* oranını düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Akyuz⁴⁴, EndoVac irrigasyon sisteminin smear tabakanın ve dentin debrisinin uzaklaştırılmasında etkin bir yöntem olduğunu bildirmiştir.

6. Lazerler

Günümüzde lazer, dişhekimliğinin çeşitli branşlarda uygulama alanı bulmuştur. Kök kanal tedavisinde de; özellikle kök kanallarının temizlenmesi ve şekillendirilmesinde, smear tabakasının ve debrisin uzaklaştırılmasında, irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonunda

ve bakterilerin yok edilmesinde kullanılabileceği rapor edilmiştir.^{12,52-57} Mikrofotografik kayıtlar; lazerle irrigasyon solüsyonu aktivasyonunun, kök kanalının irrigasyon solüsyonu ile doldurulmasının ardından sıvının yüksek hızla dalgalanarak kök kanalında kaviteyel etki oluşturduğunu göstermektedir.⁵⁸ Lazerlerin termal etkisi; su moleküllerinin genişleme ve büzülmesine neden olarak kanal içerisindeki sıvıya sekonder kaviteyel oluşturmaktadır. Bu amaçla yapılan araştırmalarda; CO₂, Nd:YAG, Argon, Diyet, Er,Cr:YSGG ve Er:YAG lazerler kullanılmıştır. Er:YAG lazerlerin sert dokulardaki etkisi, hidroksiapatite karşı olan yüksek afinitesine bağlanılmaktadır. İnorganik yapılar içerisindeki su tarafından absorbe edilerek, doku içerisinde basınç oluşmasına ve dokuların parçalanmasına sebep olurlar.⁵⁹ Nd:YAG lazerler ise; protein, pigmente dokular ve koyu renkli yüzeyler tarafından daha iyi absorbe edilirken, su tarafından iyi absorbe edilememektedir.⁶⁰ DiVito ve ark.⁶¹ yaptıkları çalışmalarında 20 ve 40 sn boyunca %17'lik EDTA ve Er:YAG lazer uygulamasının, kök kanallarında oldukça etkin bir temizleme oluşturduğunu ve SEM görüntülerinde açık dentin tübüllerinin görüldüğünü rapor etmişlerdir. Saghiri ve ark.⁶², kök kanallarında %17'lik EDTA veya BioPure MTAD solüsyonları ile Diyet lazer uygulaması sonucunda; smear tabakasının uzaklaştırıldığı, fakat %17'lik EDTA uygulanan örneklerde, dentin yüzeyinde erime alanlarının oluştuğunu bildirmişlerdir. de Groot ve ark.⁶³, Er:YAG lazerin irrigasyon solüsyonunda meydana getirdiği akışı ve kaviteyeyi görüntüleyerek değerlendirdikleri çalışmalarında; kök kanalının apikal kısmındaki dentin debrisinin uzaklaştırılmasında, lazerle aktivasyonun pasif ultrasonik irrigasyon veya manuel irrigasyon yöntemine göre daha etkin olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada; argon ve Nd:YAG lazer sistemlerinin, prepare edilmiş kök kanallarından smear tabakayı uzaklaştırma etkinlikleri incelenmiştir. Argon lazerin kullanıldığı grupta kök kanalının orta bölgesinden, Nd:YAG lazerin kullanıldığı grupta ise orta ve apikal bölgelerden smear tabakasının uzaklaştırıldığı gözlemlenmiştir.¹⁸

Son yıllarda; Er:YAG lazer sistemlerinde 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. Literatürde bu yöntem, düşük enerjili lazerle fotoaktif dezenfeksiyon yöntemi olarak da isimlendirilmiştir.^{13,61}



PIPS® ile uygulanan Er:YAG lazer; güç enerjisi kullanılarak kök kanalında bulunan irrigasyon solüsyonunda fotoakustik şok dalgalar oluşturur. Peters ve ark.¹³ PIPS yöntemi ile irrigasyon solüsyonunun aktive edilmesinin; kökün apikal kısımlarında ve dentin kanalcıklarının içerisinde bulunan bakterileri tamamen ortadan kaldırmamasına karşın, apikal kısımda lazerle aktivasyonun, ultrasonik aktivasyon yöntemine kıyasla bakteri ve biofilm tabakasını daha iyi uzaklaştırdığını bildirmişlerdir. DiVito ve Lloyd⁶⁴, PIPS-lazer aktivasyon yöntemi ile termal hasar oluşturmadan, kök kanallarındaki biofilm tabakası üzerine etkin sonuçlar elde edilebileceğini bildirmiştir. Aynı araştırmacının yapmış olduğu başka bir çalışmada da; kök kanallarında PIPS yöntemi ile irrigasyon solüsyonu aktivasyonunun, geleneksel yöntemle irrigasyona göre daha etkin şekilde smear tabakasını uzaklaştırdığı bildirilmiştir.⁶¹ Akyuz⁴⁴, PIPS yönteminin smear tabakasının ve dentin debrislerinin uzaklaştırılmasında etkin bir yöntem olduğunu bildirmiştir.

Kök kanallarında irrigasyon solüsyonlarının aktivasyonu için önerilen yöntemler ile güncel irrigasyon aktivasyon tekniklerinin etkinliği ve mekanizmalarının inceleneceği ve farklı yöntemlerle kombine kullanılabilirliği üzerine yeni çalışmalara gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

1. Seltzer S, Bender IB. Cognitive Dissonance in Endodontics. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1965;20:505-16.
2. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning Electron Microscopy of Cut Tooth Surfaces and Identification of Debris by Use of the Electron Microprobe. J Dent Res 1970;49:Suppl6:1359-68.
3. Brannstrom M, Johnson G. Effects of Various Conditioners and Cleaning Agents on Prepared Dentin Surfaces: A Scanning Electron Microscopic Investigation. J Prosthet Dent 1974;31:422-30.
4. Sen BH, Wesselink PR, Turkun M. The Smear Layer: A Phenomenon in Root Canal Therapy. Int Endod J 1995;28:141-8.
5. Brannstrom M. Smear Layer: Pathological and Treatment Considerations. Oper Dent Suppl 1984;3:35-42.
6. Rome WJ, Doran JE, Walker WA, 3rd. The Effectiveness of Gly-Oxide and Sodium Hypochlorite in Preventing Smear Layer Formation. J Endod 1985;11:281-8.
7. 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;9:137-42.
8. Goldberg F, Spielberg C. The Effect of Edtac and the Variation of Its Working Time Analyzed with Scanning Electron Microscopy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982;53:74-7.
9. Vojinovic O, Nyborg H, Brannstrom M. Acid Treatment of Cavities under Resin Fillings: Bacterial Growth in Dentinal Tubules and Pulpal Reactions. J Dent Res 1973;52:1189-93.
10. Hulsmann M, Schade M, Schafers F. A Comparative Study of Root Canal Preparation with Hero 642 and Quantec Sc Rotary Ni-Ti Instruments. Int Endod J 2001;34:538-46.
11. Di Lenarda R, Cadenaro M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 Mol L-1 Citric Acid and 15% Edta Irrigation on Smear Layer Removal. Int Endod J 2000;33:46-52.
12. De Moor RJ, Meire M, Goharkhay K, Moritz A, Vanobbergen J. Efficacy of Ultrasonic Versus Laser-Activated Irrigation to Remove Artificially Placed Dentin Debris Plugs. J Endod 2010;36:1580-3.
13. Peters OA, Bardsley S, Fong J, Pandher G, Divito E. Disinfection of Root Canals with Photon-Initiated Photoacoustic Streaming. J Endod 2011;37:1008-12.
14. Cameron JA. The Use of Ultrasonics in the Removal of the Smear Layer: A Scanning Electron Microscope Study. J Endod 1983;9:289-92.
15. Cameron JA. The Use of Ultrasound for the Removal of the Smear Layer. The Effect of Sodium Hypochlorite Concentration; Sem Study. Aust Dent J 1988;33:193-200.
16. Cheung GS, Stock CJ. In Vitro Cleaning Ability of Root Canal Irrigants with and without Endosonics. Int Endod J 1993;26:334-43.
17. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the Endovac System to Needle Irrigation of Root Canals. J Endod 2007;33:611-5.
18. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. Comparative Study About the Removal of Smear Layer by Three Types of Laser Devices. J Clin Laser Med Surg 1998;16:117-22.
19. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K.



- A Comparative Study of the Removal of Smear Layer by Three Endodontic Irrigants and Two Types of Laser. *Int Endod J* 1999;32:32-9.
20. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New Method of Irrigation During Endodontic Treatment. *J Endod* 1976;2:257-60.
21. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration Depth of a Dye Marker into Dentine Using a Novel Hydrodynamic System (Rinsendo). *Int Endod J* 2007;40:644-52.
22. Goldman LB, Goldman M, Kronman JH, Lin PS. Scanning Electron Microscope Study of a New Irrigation Method in Endodontic Treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979;48:79-83.
23. Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a Brush in Removing Postinstrumentation Canal Debris. *J Endod* 1990;16:323-7.
24. Al-Hadlaq SM, Al-Turaiki SA, Al-Sulami U, Saad AY. Efficacy of a New Brush-Covered Irrigation Needle in Removing Root Canal Debris: A Scanning Electron Microscopic Study. *J Endod* 2006;32:1181-4.
25. 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;41:602-8.
26. Huang TY, Gulabivala K, Ng YL. A Bio-Molecular Film Ex-Vivo Model to Evaluate the Influence of Canal Dimensions and Irrigation Variables on the Efficacy of Irrigation. *Int Endod J* 2008;41:60-71.
27. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques. *J Endod* 2012;38:838-41.
28. Ruddle C. Microbrush for Endodontic Use. Washington, Dc: United States Patent 6,179,617. 2001.
29. Al-Ali M, Sathorn C, Parashos P. Root Canal Debridement Efficacy of Different Final Irrigation Protocols. *Int Endod J* 2012;45:898-906.
30. Setlock J, Fayad MI, BeGole E, Bruzick M. Evaluation of Canal Cleanliness and Smear Layer Removal after the Use of the Quantec-E Irrigation System and Syringe: A Comparative Scanning Electron Microscope Study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:614-7.
31. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of Irrigation with Rotary Instrumentation. *J Endod* 2002;28:837-9.
32. Waplington M, Lumley PJ, Walmsley AD. Sonic Instruments in Root Canal Therapy. *Dent Update* 1995;22(8):339-42.
33. Ruddle C. Pathways of the Pulp. 8th Ed. St Louis; Mosby, Inc: 2002. p. 231-91.
34. Rodig T, Dollmann S, Konietschke F, Drebenstedt S, Hulsmann M. Effectiveness of Different Irrigant Agitation Techniques on Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Scanning Electron Microscopy Study. *J Endod* 2010;36:1983-7.
35. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, Frasca P. Effectiveness and Safety of a Sonic Vibratory Endodontic Instrument. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:69-76.
36. Richman RJ. The Use of Ultrasonics in Root Canal Therapy and Root Resection. *Medicine Dentistry Journal* 1957;12:12-8.
37. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic Debridement of Root Canals: An Insight into the Mechanisms Involved. *J Endod* 1987;13(3):93-101.
38. Çiçek E, Bodrumlu E. Endodontide Ultrasonikler:Derleme. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2012;6:76-83.
39. Weller RN, Brady JM, Bernier WE. Efficacy of Ultrasonic Cleaning. *J Endod* 1980;6:740-3.
40. Lumley PJ, Walmsley AD, Laird WR. Streaming Patterns Produced around Endosonic Files. *Int Endod J* 1991;24:290-7.
41. Ahmad M. Effect of Ultrasonic Instrumentation on *Bacteroides Intermedius*. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:83-6.
42. Roy RA, Ahmad M, Crum LA. Physical Mechanisms Governing the Hydrodynamic Response of an Oscillating Ultrasonic File. *Int Endod J* 1994;27:197-207.
43. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial Eradication from Root Dentine by Ultrasonic Irrigation with Sodium Hypochlorite. *Int Endod J* 1998;31:242-50.
44. Akyuz S. Farklı Metodlarla Aktive Edilen İrrigasyon Solüsyonlarının Smear Tabaka, Dentin Mineral İçeriği, Dentin Debris Uzaklaştırma Ve Bağlanma Dayanımına Etkisinin İncelenmesi [Tez]. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi;2013.



45. Baker PJ, Evans RT, Coburn RA, Genco RJ. Tetracycline and Its Derivatives Strongly Bind to and Are Released from the Tooth Surface in Active Form. *J Periodontol* 1983;54:580-5.
46. Goldberg F, Soares I, Massone EJ, Soares IM. Comparative Debridement Study between Hand and Sonic Instrumentation of the Root Canal. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:229-34.
47. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An Sem Study of the Effects of Different Irrigation Sequences and Ultrasonics. *Int Endod J* 1991;24:308-16.
48. Vivan RR, Bortolo MV, Duarte MA, Moraes IG, Tanomaru-Filho M, Bramante CM. Scanning Electron Microscopy Analysis of Rinsendo System and Conventional Irrigation for Debris Removal. *Braz Dent J* 2010;21:305-9.
49. Shin SJ, Kim HK, Jung IY, Lee CY, Lee SJ, Kim E. Comparison of the Cleaning Efficacy of a New Apical Negative Pressure Irrigating System with Conventional Irrigation Needles in the Root Canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:479-84.
50. Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Comparison of Debris Removal with Three Different Irrigation Techniques. *J Endod* 2011;37:1301-5.
51. Miranda RG, Santos EB, Souto RM, Gusman H, Colombo AP. Ex Vivo Antimicrobial Efficacy of the Endovac System Plus Photodynamic Therapy Associated with Calcium Hydroxide against Intracanal Enterococcus Faecalis. *Int Endod J* 2013;46:499-505.
52. Myers ML. The Effect of Laser Irradiation on Oral Tissues. *J Prosthet Dent* 1991;66:395-7.
53. Miller M, Truhe T. Lasers in Dentistry: An Overview. *J Am Dent Assoc* 1993;124:32-5.
54. Pick RM, Powell GL. Laser in Dentistry. Soft-Tissue Procedures. *Dent Clin North Am* 1993;37:281-96.
55. Kutsch VK. Lasers in Dentistry: Comparing Wavelengths. *J Am Dent Assoc* 1993;124:49-54.
56. Dederich DN. Laser/Tissue Interaction: What Happens to Laser Light When It Strikes Tissue? *J Am Dent Assoc* 1993;124:57-61.
57. Koba K, Kimura Y, Matsumoto K, Takeuchi T, Ikarugi T, Shimizu T. A Histopathological Study of the Morphological Changes at the Apical Seat and in the Periapical Region after Irradiation with a Pulsed Nd:Yag Laser. *Int Endod J* 1998;31:415-20.
58. Blanken J, De Moor RJ, Meire M, Verdaasdonk R. Laser Induced Explosive Vapor and Cavitation Resulting in Effective Irrigation of the Root Canal. Part 1: A Visualization Study. *Lasers Surg Med* 2009;41:514-9.
59. Lee BS, Lin CP, Hung YL, Lan WH. Structural Changes of Er:Yag Laser-Irradiated Human Dentin. *Photomed Laser Surg* 2004;22:330-4.
60. Barbakow F, Peters O, Havranek L. Effects of Nd:Yag Lasers on Root Canal Walls: A Light and Scanning Electron Microscopic Study. *Quintessence Int* 1999;30:837-45.
61. 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;27:273-80.
62. Saghiri MA, Asgar K, Gutmann JL, Garcia-Godoy F, Ahmadi K, Karamifar K, Asatorian A. Effect of Laser Irradiation on Root Canal Walls after Final Irrigation with 17% Edta or Biopure Mtad: X-Ray Diffraction and Sem Analysis. *Quintessence Int* 2012;43:127-34.
63. 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.
64. DiVito E, Lloyd A. Er:Yag Laser for 3-Dimensional Debridement of Canal Systems: Use of Photon-Induced Photoacoustic Streaming. *Dent Today* 2012;31:122, 124-7.

Yazışma Adresi:

Dr. Şefika Nur Akyüz Ekim
Kırıkkale Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti AD -KIRIKKALE
İş Telefonu; 0318 224 49 27
e-posta: nurakyuz@yahoo.com

