

Bölüm 1

ENDODONTİDE İRRİGASYON AKTİVASYON YÖNTEMLERİ

Hamza CUDAL¹
Bertan KESİM²

Başarılı kök kanal tedavisinin en önemli aşamalarından ikisi mekanik preparasyon ve ardından uygulanan kimyasal irrigasyon aşamasıdır. Kök kanal duvarlarında mekanik preparasyonla ulaşılamayan alanları temizlemenin en etkili yolu kök kanal sisteminin irrigasyonudur ⁽¹⁾. Kök kanal irrigasyonunda kullanılan solüsyonlarda, antibakteriyel ve antiviral etki, smear tabakasını uzaklaştırma, biyoyumumluluk gibi birtakım özellikler aranmaktadır. Bu amaçla endodontide en çok kullanılan irrigasyon ajanı sodyum hipoklorit (NaOCl) olmuştur. Halojenli bir bileşik olan NaOCl, geniş spektrumlu antibakteriyel etkiye sahiptir ve yumuşak dokuları eriterek kök kanal sisteminden uzaklaştırmaktadır ⁽²⁾. NaOCl'nin kök kanalındaki doku çözücü ve antibakteriyel etkinliği; NaOCl'nin ısıtılması, NaOCl'nin mekanik olarak aktive edilmesi ve NaOCl konsantrasyonunun yükseltilmesi aracılığıyla artırılabilir ⁽²⁾. Smear tabakasının inorganik kısmının uzaklaştırılmasında etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), sitrik asit gibi şelasyon ajanlarının kullanılması önerilmektedir ⁽¹⁾. Sitrik asitin dışın sert dokusunda daha agresif bir erozyon oluşturmasından dolayı %15 ve %17'lik EDTA endodontide sıklıkla kullanılmaktadır ⁽¹⁾. Etkili antibakteriyel özelliğinden dolayı sık kullanılan irrigasyon ajanlarından biri de klorheksidin diglukonattır (CH). CH, biyofilm bakterilerine karşı %1 ve %2 oranındaki NaOCl ile benzer etkiyi gösterirken, aynı biyofilm bakterilerine karşı %5, %6'lık NaOCl'den daha düşük antibakteriyel etkinlik göstermiştir ^(3,4).

Kök kanalının oldukça karmaşık anatomik yapısından dolayı (istmuslar, yan kanallar, apikal deltalar vb.) irrigasyon ajanları her zaman yeterli etkinlik göstere-meyebilir ⁽¹⁾. Bu gibi durumların üstesinden gelebilmek ve irrigasyon solüsyonunun etkinliğini artırabilmek için çeşitli irrigasyon aktivasyon yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemler şu şekilde sınıflandırılabilir:

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, hamzacudal@hotmail.com

² Dr. Öğr. Üyesi, Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, bertankesim@gmail.com

1. MANUEL AKTİVASYON TEKNİKLERİ

a. Konvansiyonel Enjektör İrrigasyonu:

Geleneksel enjektörler ile gerçekleştirilen irrigasyon endodontide oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem farklı çaplara sahip enjektör uçlarının kök kanalında ileri geri hareketleri ile yapılmaktadır. Yöntemin en büyük dezavantajı ucu açık olan enjektör iğnesine fazla basınç uygulanması ile solüsyonların apikal bölgeden dışarı taşabilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu gibi durumlarda NaOCl çevre dokuları hızla okside ederek hemoliz ve ülserasyona ardından endotelial ve fibroblast hücrelerinin yıkımına sebep olur ⁽⁵⁾. Bu dezavantajın üstesinden gelebilmek için yandan perforate enjektör iğneleri tasarlanmış ve endodonti pratiğine yerleşmiştir (Şekil 1). Ayrıca geleneksel enjektörlerle gerçekleştirilen irrigasyon işleminin bir diğer dezavantajı ise enjektör iğnesinin çapından dolayı irrigasyon solüsyonunun apikal bölgeye ulaşamamasıdır ⁽⁶⁾.



Şekil 1. Yandan perforate irrigasyon iğnesi (7).

b. İrrigasyon Fırçaları:

Fırça ile kaplı enjektör iğneleri endodontide pulpa artıklarını uzaklaştırma ve irrigasyon aktivasyonu için üretilmiş araçlardır (Şekil 2). Endobrush ((C & S Microinstruments Limited, Markham, Ontario, Kanada)), 30-gauge (G) irrigasyon iğnesinin uç kısmının fırça ile kaplanması ile geliştirilmiştir. Al-Hadlaq ve ark. 30 G'luk NaviTip FX (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) irrigasyon fırçası ile aynı boyuttaki geleneksel irrigasyon iğnesinin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, koronal üçlüde NaviTip FX anlamlı derecede daha iyi bulunurken orta ve apikal üçlüde gruplar arasında fark bulunmamıştır ⁽⁸⁾.



Şekil 2. İrrigasyon fırçası.

c. Manuel Dinamik Aktivasyon (MDA):

Genişletilmesi tamamlanmış dişlerde ana kon olarak seçilen gutta perkanın kanal çalışma boyutunda 2-3 mm ileri geri hareket ettirilerek solüsyonun apikale kadar ilerletildiği bir yöntemdir ⁽⁹⁾. Kök kanalına uyumlu gutta perkanın ileri geri hareketi, kanal içerisinde değişken basınç alanları oluşturarak irrigasyon ajanını daha fazla yüzeye temas ettirmektedir ⁽⁹⁾. MDA'da gutta perkanın hareket frekansı (3,3 Hz 30 saniyede 100 hareket) RinsEndo (Dürr Dental, Bietigheim, Almanya) otomatize irrigasyon başlığı tarafından üretilen hidrodinamik basınç frekansından daha yüksek bulunmuştur ⁽⁹⁾. Daha ekonomik bir yöntem olmasından dolayı MDA, endodontide hala kullanılan bir yöntemdir. Ancak tedavi sırasında zahmetli bir yöntem olmasından ve gelişen teknolojik ürünler ile karşılaştırıldığında etkinliğinin daha az olmasından ötürü yeni tekniklere ilgi artmaktadır.

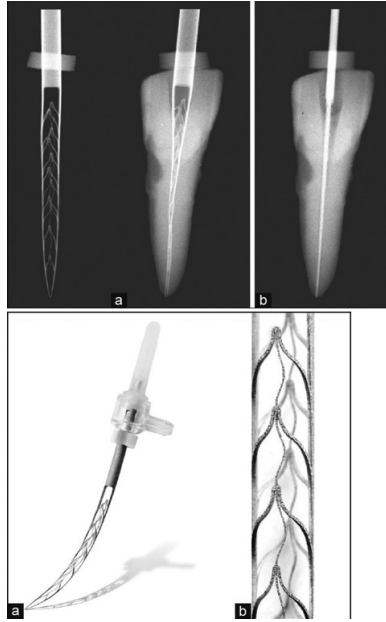
2. KANAL PREPARASYONU SIRASINDA İRRİGASYON AKTİVASYONU YAPAN SİSTEMLER

a. Quantec-E

Quantec-E (SybronEndo, Orange, CA) döner aletler ile preparasyon esnasında devamlı irrigasyon yapan bir sistemdir. Böylece kök kanal preparasyonu sırasında kök kanalları daha fazla irrigasyon solüsyonu ile temas etmekte ve solüsyon daha derinlere penetre olabilmektedir ⁽⁹⁾. Ancak Setlock ve ark'nın. Quantec-E'yi kullandıkları çalışmalarında kökün apikal ve orta üçlüsünde elde edilen temizliğin konvansiyonel şırınga irrigasyondan farkı olmadığını bildirmişlerdir ⁽¹⁰⁾.

b. Self Adjusting File (SAF)

Self Adjusting File, kafes şeklinde metallere oluşan ve kafesin lümeni aracılığıyla devamlı irrigasyon solüsyonu akışına izin veren bir sistemdir (Şekil 3). Nikel titanyumdan yapılmış olan SAF'ın yüzey özellikleri, esnek metali ve lümenli yapısı ile kök kanal anatomisine uyum sağlayabilmektedir. SAF sisteminin kullanılabilmesi için 20 numaralı K tipi el eğesi ile apikale kadar ilerlenmesi yeterli olup metal ağların ileri geri titreşim hareketi ile dentin üzerinde bir miktar aşındırma yapmaktadır ⁽¹¹⁾. Tüm irrigasyon aktivasyon sistemleri, solüsyonun akış hareketini artırma ve akustik akışı indükleme esasına dayanırken, SAF mekanik bir ovma hareketi ile dentin yüzeyinde etkili bir temizlik yapmaktadır ⁽¹¹⁾. Ayrıca oval şekilli kanallarda ve C şekilli kanallarda etkili bir temizlik sunmaktadır ⁽¹¹⁾.



Şekil 3. Self Adjusting File ⁽¹¹⁾.

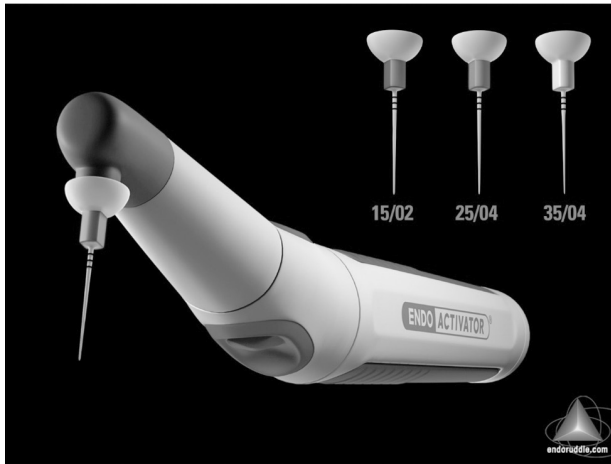
Neves ve ark., SAF sistemi ile gerçekleştirilen kök kanal preparasyonunun kök kanallarındaki bakteri yoğunluğunu azaltmada el eğeleri ile gerçekleştirilen preparasyondan önemli ölçüde daha etkili olduğunu ancak yine de ilave irrigasyon aktivasyon tekniklerine ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir ⁽¹²⁾. Kfir ve ark., farklı aktivasyon tekniklerinin, kök kanallarından kalsiyum hidroksit uzaklaştırma etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda SAF, konvansiyonel şırınga irrigasyonundan anlamlı derecede iyi bulunurken, XP-endo finisher ve pasif ultrasonik aktivasyon (PUI) ile karşılaştırıldığında bu üçü (SAF, XP-endo finisher ve PUI) arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ⁽¹³⁾.

3. SONİK AKTİVASYON TEKNİKLERİ

Endodontide sonik sistem ile çalışan bir alet ilk kez 1985 yılında Tornstad ve ark tarafından tanıtılmıştır ⁽¹⁴⁾. Sonik sistemler 2-3 kHz'lik frekansta dönme hareketi yapmadan, yatay yönde titreşimlerle çalışan sistemlerdir.

a. EndoActivator

EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), kesmeyen polimer bir uç aracılığıyla kök kanalı içerisinde ileri geri hareketler ile hidrodinamik aktivasyon yaparak etkinlik gösteren bir cihazdır ⁽¹⁵⁾ (Şekil 4). Kök kanal enstrümanlarının ve irrigasyon solüsyonlarının ulaşamadığı lateral kanallar gibi kök kanal anatomisinden kaynaklanan zorlu alanlara irrigasyon solüsyonlarının iletilmesinde etkilidir. EndoActivator'ün kök kanalındaki temizleyici etkisini artırmak için titreşim yapan uç kısmının kök kanalı içerisinde ileri geri hareketler ile yönlendirilmesi meydana gelen hidrodinamik etkiyi artırmaktadır ⁽⁹⁾. Karade ve ark. EndoActivator'ün smear tabakasını konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre daha iyi uzaklaştırdığını bildirmiştir ⁽¹⁶⁾. Bryce ve ark. özel boyanmış kollajen filmi kök kanallarına uygulayıp daha sonra farklı tekniklerle bu kollajen filmin uzaklaştırılma etkinlikliğini değerlendirdikleri çalışmalarında Endoactivator'ün konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir ⁽¹⁷⁾. Kumar ve ark. farklı aktivasyon yöntemlerinin kök kanalından üçlü antibiyotik patını uzaklaştırma etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında EndoActivator'ün etkinliği irrigasyon fırçalarından anlamlı derecede daha yüksek bulunurken, EndoActivator ile PUI arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir ⁽¹⁸⁾.



Şekil 4. Endoactivator ⁽¹⁹⁾.

b. Sonic Air MM 1500

Sonic Air MM 1500 (Micro Mega, Prodonta, Geneva, Switzerland), 1500-3000 Hz frekans aralığında dikenimsi bir görüntüsü olan paslanmaz çelikten üretilmiş Rispi Sonic eğesi ile çalışmaktadır. Eđe hem dentin üzerinde aşındırma yapmak hem de irrigasyon aktivasyonu yapmak üzere tasarlanmıştır ⁽²⁰⁾.

c. Eddy

Sonik sistemlerin en güncel ürünlerinden biri olan Eddy; (VDW, Münih, Almanya) 6000 Hz frekansta çalışan kesmeyen polimer uca sahip bir cihazdır ⁽²¹⁾ (Şekil 5). 2017 yılında Urban ve ark. tarafından yapılan çalışmada farklı irrigasyon aktivasyon yöntemleri ile debris ve smear tabakası uzaklaştırma etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda Eddy'nin pasif ultrasonik aktivasyonla benzer sonuçlar verdiği bildirilmiştir ⁽²²⁾. Conde ve ark. organik dokuların uzaklaştırılmasında pasif ultrasonik aktivasyon ve sonik sistemlerin (EndoActivator ve Eddy) etkinliğini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda irrigasyon aktivasyon sistemlerinin organik doku kaldırmada etkili olduğunu ancak sistemler arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir ⁽²³⁾. Salas ve ark. CH'nin dentin tübüllerine penetrasyonunda, farklı aktivasyon yöntemlerinin etkinliğini araştırdıkları çalışmalarında Eddy'nin konvansiyonel şırınga irrigasyonundan daha etkili olduğunu tespit etmiş ancak PUI kadar etkili olmadığını ileri sürmüşlerdir ⁽²⁴⁾. Bir diğer çalışmada farklı aktivasyon tekniklerinin kullanıldığı kurvatürlü kök kanallarında apikalden debris ekstrüzyonu miktarı karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda en çok debris ekstrüzyonu görülen grup Eddy grubu olmuştur ⁽²⁵⁾. Gündoğar ve ark. konvansiyonel irrigasyon, EndoActivator, Eddy ve PUI'nin postoperatif ağrıya etkisini araştırmışlardır. 24 saat sonunda en yüksek ağrı konvansiyonel şırınga irrigasyonunda olurken, en düşük ağrı Eddy grubunda bulunmuştur ⁽²⁶⁾.



Şekil 5. Eddy ⁽²⁷⁾.

4. ULTRASONİK AKTİVASYON TEKNİKLERİ

Endodontide ultrasonikler, 1957’de Richman tarafından kullanılmaya başlanmıştır ve günümüzde etkili şekilde irrigasyon aktivasyonunda kullanılmaktadır ⁽²⁸⁾. Ultrasonikler 25-30 kHz frekanslarında çalışırlar (Şekil 6). Kanal içerisine yerleştirilen ultrasonik uç, ucun uzunluğu boyunca “node” ve “anti-node” bölgeleri oluşturarak yatay salınım ile etkinlik gösterirler ⁽²⁹⁾. Node, minimum yer değiştirme veya minimum salınım bölgesini temsil ederken; antinode maksimum yer değiştirme veya maksimum salınım bölgesini temsil eder. Literatürde iki tip ultrasonik aktivasyon bulunmaktadır.



Şekil 6. Ultrasonik cihaz ⁽³⁰⁾.

a. Ultrasonik Enstrümantasyon

Ultrasonik aktivasyonla eş zamanlı enstrümantasyon yapan sistemler bulunmaktadır. Ultrasonik ucun kök kanalı içerisinde hareketini kontrol etmek pek mümkün değildir. Bu yüzden kök kanalında düzensiz aşındırmalara, kanal anatomisinde değişikliklere, apikal perforasyonlara yol açabildiği tespit edilmiştir ⁽²⁹⁾. Ayrıca kök kanalından pulpa dokusu ve smear tabakası uzaklaştırmada ultrasonik enstrümantasyonun PUI’den daha verimsiz olduğu bulunmuştur ^(29,31).

b. Pasif Ultrasonik Aktivasyon (PUI)

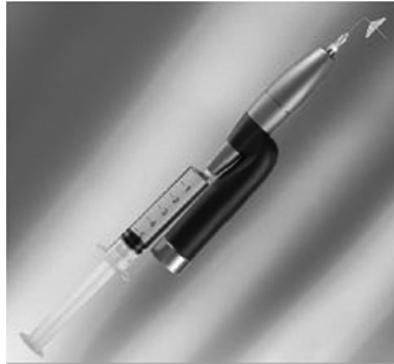
Kök kanal genişletmesi sonrası sadece irrigasyon aktivasyonu yapan, kök kanal duvarlarından madde kaldırmayan pasif bir yöntemdir ⁽²⁹⁾. Pasif ultrasonik irrigasyon yönteminde akustik enerjini kök kanalına bir enstrüman veya ince bir tel yardımıyla iletilmektedir. Ultrasonik enerji irrigasyon solüsyonunda akustik dalgalar ve kavitasyonlar oluşturarak kök kanal enstrümanlarının dokunmadığı alanlar ve yüzeylerle irrigasyon solüsyonunu temasını artırmaktadır ⁽²⁹⁾. Donner-

meyer ve ark. yapay kök kanallarında farklı teknikler kullanarak kanal içerisinden kalsiyum hidrokisit uzaklaştırdıkları çalışmalarında, PUI'nin konvansiyonel şırınga irrigasyonundan ve XP Endo Finisher'dan istatistiksel açıdan anlamlı derecede daha etkili olduğunu bulmuşlardır (21). Yusufoglu ve ark. irrigasyon aktivasyon yöntemlerinin apikal debris ekstrüzyonuna etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda PUI'nin Eddy'e oranla daha az debris ekstrüzyonuna sebep olduğu ancak, PUI'nin Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) ve konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile karşılaştırıldığında bu üçü arasında fark bulunmadığını bildirmişlerdir (25).

5. ARDIŞIK DÜZENLİ BASINÇ OLUŞTURAN SİSTEMLER

a. RinsEndo

İrrigasyon solüsyonunun tüm kök kanal yüzeylerine temas etmesi amacıyla ardişik ve düzenli basınç oluşturan sistemler geliştirilmiştir. Bu yöntemle çalışan, RinsEndo (Duerr –Dental, Bittigheim-Bissingen, Almanya) ve EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA) isimli iki sistem bulunmaktadır. RinsEndo ünite takılan başlık, kanül ve enjektörden oluşur ve 1,6 Hz titreşim frekansı ile kanala irrigasyon solüsyonunu enjekte etmektedir (Şekil 7). İkinci fazında ise vakum etkisi ile kök kanalından irrigasyon solüsyonunu tekrar geri çekmektedir. Kullanım talimatlarında bildirildiğine göre kanül kök kanalının koronal üçlüsünde konumlanırsa da üretici firma ürünün apikal bölgede etkili bir temizlik yaptığını iddia etmektedir (9). Toljan ve ark.(32) RinsEndo ve PUI'nin *E. faecalis* biyofilmi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda irrigasyon solüsyonu hacmi sabit tutulan gruplarda *E. faecalis* biyofilmi üzerinde RinsEndo PUI'den anlamlı derecede daha etkili bulunmuştur (32). Ancak Vivan ve ark. debris uzaklaştırmada konvansiyonel şırınga irrigasyonu ile RinsEndo sistemi arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmadığını bildirmişlerdir (33).



Şekil 7. RinEndo (34).

b. EndoVac

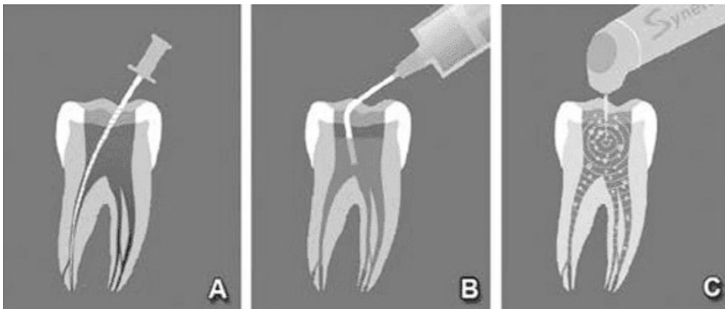
EndoVac sistemi birer adet mikrokanül, makrokanül ve enjektörden oluşan bir sistemdir. İrrigasyon sırasında mikrokanül kanalın apikal üçlüsünde yerleştirilirken, makrokanül koronal üçlüye yerleştirilir. Bu sayede giriş kavitesine verilen irrigasyon solüsyonu negatif bir basınçla apikale doğru yönlendirilmiş olur ve apikalden mikrokanül tarafında emilerek kök kanal sisteminden uzaklaştırılır. Makro kanül ise koronal bölgedeki daha büyük boyutlu debrisleri uzaklaştırmaktan sorumludur⁽⁹⁾. Yılmaz ve ark. farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerini kullandıkları bir çalışmada, smear tabakası kaldırmada EndoVac ve RinsEndo gruplarının diğer gruplardan daha etkili olmadığını bildirmişlerdir⁽³⁵⁾. Ancak Thulaseedharan ve ark. *E. Faecalis*'in kök kanallarından uzaklaştırılmasında EndoVac sisteminin konvansiyonel şırınga irrigasyonu ve PUI'ye göre daha etkili olduğunu bildirmişleridir⁽³⁶⁾.

6. Lazerli Aktivasyon Teknikleri

Diş hekimliğinde deneysel veya klinik olarak kullanılan birçok lazer (dalga boyları 532 nm'den 10600 nm'ye kadar) bakteri hücre yapısında değişikliklere sebep olan termal etkileriyle bakterisidik özelliğe sahiptir^(37,38). Lazerin termal etkisi, su moleküllerinde genleşme ve büzülme meydana getirerek kanal içi sıvıda sekonder kavitasyon oluşturmaktadır⁽³⁹⁾. Bu amaçla CO₂, Nd:YAG, Er:YAG, Argon Diyet gibi lazer çeşitleri kullanılmıştır⁽³⁹⁾.

PIPS (Photon Induced Photoacoustic Streaming)

Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) olarak adlandırılan bu teknik, bir Er:YAG lazerin (LightWalker AT, Fotona, Ljubljana, Slovenya) kullanılması ve bu Er:YAG lazerin açığa çıkardığı enerjinin irrigasyon solüsyonları (sodyum hipoklorit, EDTA, damıtılmış su) ile etkileşmesi mantığı ile çalışmaktadır⁽⁴⁰⁾. Bu teknikte, sadece 50 mikrosaniye süreli darbelerle 10 ila 15 Hz'de 20 ila 50 mikrojoule'lük (mJ) düşük enerji seviyelerini kullanılmakla beraber, fototermalden ziyade daha fazla fotoakustik ve fotomekanik etkiler meydana gelir.

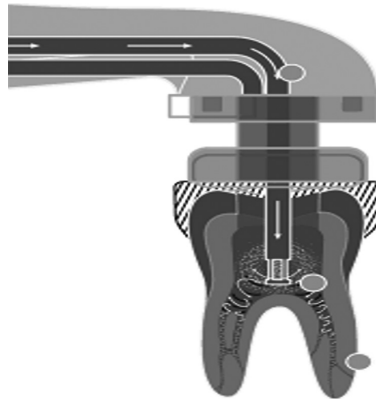


Şekil 8. Photon Induced Photoacoustic Streaming (PIPS)⁽⁴¹⁾.

Akçay ve ark. farklı irrigasyon aktivasyon tekniklerinden sonra farklı kanal patlarının dentin tübüllerine penetrasyonunu araştırdıkları çalışmada, PİPS ve PUI kullanımı sonrası biyoseramik içerikli kanal patının dentin tübüllerinde daha derine penetre olduğunu bulmuşlardır ⁽⁴²⁾. Mandras ve ark. PİPS'in konvansiyonel şırınga irrigasyonuna göre kök kanal sisteminden daha fazla sayıda bakteriyi elimine ettiğini ancak bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olmadığını bildirmişlerdir ⁽⁴³⁾. Arslan ve ark. PİPS, EndoActivator ve konvansiyonel şırınga irrigasyonun, ikili ve üçlü antibiyotik patının uzaklaştırılmasındaki etkinliklerini araştırdıkları çalışmalarında PİPS grubu diğer gruplara göre istatistiksel açıdan anlamlı ölçüde daha etkili bulunmuştur ⁽⁴⁴⁾.

7. GENTLEWAVE SİSTEMİ

Gentlewave (GW) (Sonendo, Laguna Hills, CA, ABD) sistemi, geniş spektrumlu ses dalgaları üreterek, multisonik ses dalgaları başlatır ve bu şekilde kök kanalını temizlemeyi amaçlamaktadır ⁽⁴⁵⁾ (Şekil 9). GW sistemi kök kanalı içerisine yerleştirilmeden sadece pulpa odasında konumlandırılarak etkinlik göstermektedir. Sistemin el aleti kök kanal sistemine irrigasyon akışı sağlarken aynı zamanda fazla sıvının tahliyesini de gerçekleştirmektedir ⁽⁴⁶⁾. Haapasalo ve ark. GW sisteminin, ultrasonik cihazlara ve konvansiyonel irrigasyona göre sırasıyla sekiz ve on kat daha hızlı doku çözdüğünü bildirmiştir ⁽⁴⁵⁾. Wright ve ark kök kanal tedavisi yenilenmesi (retreatment) işleminde GW, EndoVac ve yandan perfore iğne ile gerçekleştirilen konvansiyonel şırınga irrigasyonunun etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda GW ve konvansiyonel irrigasyon, EndoVac grubundan daha fazla gutta perka uzaklaştırırken bu fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır ⁽⁴⁷⁾. Sigurdsson ve ark. geniş periapikal lezyonlu dişlerin iyileşmesinde GW sisteminin başarı oranının %97,7 olduğunu bildirmişlerdir ⁽⁴⁸⁾.



Şekil 9. GentleWave ⁽⁴⁹⁾.

SONUÇLAR

Endodontik tedavinin başarısı için debris ve mikroorganizmaların kök kanal sisteminden etkili şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir. Günümüze kadar geliştirilen cihaz ve tekniklerin hiçbiri kök kanalından bakteri ve debris uzaklaştırılmasında %100 etkili bulunmamıştır. Bu yüzden irrigasyon aktivasyon tekniklerinin daha fazla geliştirilmesine ve bu konuda daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, et al. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*, 2014;**216**:299-303.
2. Abuhaimed T.S, Abou Neel E.A. Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin. *Biomed Res Int*. 2017: p. 1930360. Doi:10.1155/2017/1930360.
3. Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod*, 2012;**38**:1376-9.
4. Ma J, Wang Z, Shen Y, et al. A new noninvasive model to study the effectiveness of dentin disinfection by using confocal laser scanning microscopy. *J Endod*, 2011;**37**:1380-5.
5. Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed H.M, et al. Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. *J Endod*, 2017;**43**:16-24.
6. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, et al. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*, 2010;**54**:291-312.
7. <https://www.dentrealmarket.com/urun/irrigation-probe-irrigasyon-ignesi-100luk-cift-delikli>. (erişim tarihi:12.09.2021).
8. Al-Hadlaq S.M, Al-Turaiki S.A, Al-Sulami U, et al. Efficacy of a new brush-covered irrigation needle in removing root canal debris: a scanning electron microscopic study. *J Endod*, 2006;**32**:1181-4.
9. Gu L.S, Kim J.R, Ling J, et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, 2009;**35**:791-804.
10. Setlock J, Fayad M.I, BeGole E, et al. 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.
11. Metzger Z. The self-adjusting file (SAF) system: An evidence-based update. *J Conserv Dent*, 2014;**17**:401-19.
12. Neves M.A, Rocas I.N, Siqueira J.F.Jr. Clinical antibacterial effectiveness of the self-adjusting file system. *Int Endod J*, 2014;**47**:356-65.
13. Kfir A, Blau-Venezia N, Goldberger T, et al. 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.
14. Tronstad L, Barnett F, Schwartzben L, et al. Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol*, 1985;**1**: 69-76.
15. Ruddle C. (2002) *Pathways of the Pulp*. 8th Ed. St Louis; Mosby, I.p.231-91.
16. Karade P, Johnson A, Baeten J, et al. Smear Layer Removal Efficacy Using EndoActivator and EndoUltra Activation Systems: An Ex Vivo SEM Analysis. *Compend Contin Educ Dent*, 2018;**39**:9-12.
17. Bryce G, MacBeth N, Gulabivala K, et al. The efficacy of supplementary sonic irrigation using the EndoActivator((R)) system determined by removal of a collagen film from an ex vivo model. *Int Endod J*, 2018;**51**: 489-497.
18. Kumar S, Desai K, Palekar A, et al. Comparison of the Efficacy of CanalBrush, EndoActivator, and Passive Ultrasonic Irrigation on the Removal of Triple Antibiotic Paste from Root Canal Walls: An In Vitro Study. *J Int Soc Prev Community Dent*, 2020;**10**:424-430.

19. <https://www.endoruddle.com/EndoActivator.d>. (Erişim tarihi: 16.09.2021)
20. Küçük M, Kermeoğlu F, Kalender A. Endodontide Kullanılan Güncel İrrigasyon Solüsyonları, Sistem ve Cihazları İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2016;5:29-37.
21. Donnermeyer D, Wyrsh H, Burklein S, et al. 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;45:322-326.
22. Urban K, Donnermeyer D, Schafer E, et al. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. Clin Oral Investig, 2017;21:2681-2687.
23. Conde A.J, Estevez R, Lorono G, et al. 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;50:976-982.
24. Salas H, Castrejon A, Fuentes D, et al. Evaluation of the penetration of CHX 2% on dentinal tubules using Conventional Irrigation, Sonic Irrigation (EDDY) and Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) techniques: An in vitro study. J Clin Exp Dent, 2021;13:37-42.
25. İnce Yusufoglu S, Keskin N.B, Sarıçam E, et al. Comparison of apical debris extrusion using EDDY, passive ultrasonic activation and photon-initiated photoacoustic streaming irrigation activation devices. Aust Endod J, 2020;46:400-404.
26. Gündoğar M, Sezgin G.P, Kaplan S.S, et al. Postoperative pain after different irrigation activation techniques: a randomized, clinical trial. Odontology, 2021;109:385-392.
27. <https://www.dental-tribune.com/prod/peace-of-mind-included-the-endo-system-by-vdw/>. (Erişim tarihi: 20.09.2021).
28. Richman R.J. The Use Of Ultrasonics in Root Canal Therapy and Root Resection. Medicine Dentistry Journal, 1957;12:12-8.
29. van der Sluis L.W, Versluis M, Wu M.K, et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. Int Endod J, 2007;40:415-26.
30. <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/vdwultra/>. (Erişim tarihi: 23.09.2021)
31. Weller R.N, Brady J.M, Bernier W.E. Efficacy of ultrasonic cleaning. J Endod, 1980;6:740-3.
32. Toljan I, Bago I, Juric, et al. Eradication of Intracanal Enterococcus Faecalis Biofilm by Passive Ultrasonic Irrigation and RinsEndo System. Acta Stomatol Croat, 2016;50:14-22.
33. Vivan R.R, Bortolo M.V, Duarte M.A, et al. Scanning electron microscopy analysis of RinsEndo system and conventional irrigation for debris removal. Braz Dent J, 2010;21:305-9.
34. <https://www.aegisdentalnetwork.com/id/2007/05/rinsendo-a-unique-instrument-for-root-canal-debridement>. (Erişim tarihi: 25.09.2021).
35. Yılmaz M, Yılmaz S, Dumani A, et al. Effects of seven different irrigation techniques on debris and the smear layer: a scanning electron microscopy study. Niger J Clin Pract, 2017;20:328-334.
36. Thulaseedharan S, Kabbinala P, Vallabhadas A.K, et al. In Vitro Comparative Evaluation of Effectiveness of Sodium Hypochlorite with Conventional Irrigation Method versus EndoVac and Ultrasonic Irrigation in the Elimination of Enterococcus faecalis from Root Canals. J Pharm Bioallied Sci, 2020;12:105-108.
37. Schoop U, Kluger W, Dervisbegovic S, et al. Innovative wavelengths in endodontic treatment. Lasers Surg Med, 2006;38:624-30.
38. Beer F, Buchmair A, Wernisch J, et al. Comparison of two diode lasers on bactericidity in root canals--an in vitro study. Lasers Med Sci, 2012;27: 361-4.
39. Akyüz Ekim Ş.N, Erdemir A. Endodontide İrrigasyon Aktivasyon Yöntemleri. J Dent Fac Atatürk Uni, 2015;10:98-104.
40. Peters O.A, Bardsley S, Fong J, et al. Disinfection of root canals with photon-initiated photoacoustic streaming. J Endod, 2011;37:1008-12.
41. <https://endopracticeus.com/industry-news/laser-enhanced-endodontic-treatment/>. (Erişim tarihi: 27.09.2021)
42. Akcay M, Arslan H, Durmuş N, et al. Dentinal tubule penetration of AH Plus, iRoot SP, MTA fillapex, and guttaflow bioseal root canal sealers after different final irrigation procedures: A confocal microscopic study. Lasers Surg Med, 2016;48:70-6.

43. Mandras N, Pasqualini D, Roana J, et al. Influence of Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) on Root Canal Disinfection and Post-Operative Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Clin Med*, 2020;**9**:3915. doi:10.3390/jcm9123915.
44. Arslan H, Akçay M, Çapar I.D, 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.
45. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, et al. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *J Endod*, 2014;**40**:1178-81.
46. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, et al. Recent Advances in Root Canal Disinfection: A Review. *Iran Endod J*, 2017;**12**:402-406.
47. Wright C.R, Glickman G.N, Jalali P, et al. Effectiveness of Gutta-percha/Sealer Removal during Retreatment of Extracted Human Molars Using the GentleWave System. *J Endod*, 2019;**45**:808-812.
48. Sigurdsson A, Garland R.W, Le K.T, et al. Healing of Periapical Lesions after Endodontic Treatment with the GentleWave Procedure: A Prospective Multicenter Clinical Study. *J Endod*, 2018;**44**:510-517.
49. <https://sonendo.com/technology/mechanism-of-action>. (Erişim tarihi 28.09.2021).

