

# Kök Kanal İrrigasyonunda Geleneksel ve Güncel Yaklaşımlar

## *Conventional and Contemporary Approaches for Root Canal Irrigation*

Emel Olga ÖNAY\*, Ezgi KURT\*\*, İdil KIZILIRMAK\*\*, Dilara NUYAN\*\*, Çimen GÜRAN\*\*, Tuğçe ERDOĞAN\*\*

### Özet

Kök kanal tedavisinde başarı, kök kanalının yeterli bir şekilde şekillendirilmesi, irriye edilmesi ve doldurulması aşamalarının kombine edilmesi esasına dayanır. Kanal tedavisi boyunca kök kanalının irrigasyonu, kemomekanik temizliğin önemli bir ayağını teşkil etmektedir. Günümüzde irrigasyon amacıyla kullanılan bazı bileşikler modifiye edilmiş ve yine irrigasyon solüsyonlarının daha iyi penetre olmasını sağlamak ve etkinliklerini artırmak amacıyla birtakım cihazlar geliştirilmiştir. Bu makalenin amacı, halihazırda kullanılan geleneksel irrigasyon solüsyonlarının yanı sıra bu alanda meydana gelen yeni gelişmeler konusunda bilgi vermektir.

**Anahtar Kelimeler:** Kök kanal sulayıcıları, sodyum hipoklorit, etilendiamintetraasetik asit, klorheksidin glukonat

### Abstract

Successful root canal therapy relies on the combination of proper instrumentation, irrigation, and filling of the root canal. Canal irrigation during root canal treatment is an important component of chemo-mechanical debridement of the root canal system. Many of the compounds used for irrigation have been chemically modified and several mechanical devices have been developed to improve the penetration and effectiveness of irrigation. This paper summarizes traditional irrigation compounds and provides cutting-edge information on the most recent developments.

**Key Words:** Root canal irrigants, sodium hypochlorite, ethylene diaminetetraacetic acid, chlorhexidine gluconate

\* Doç. Dr., Başkent Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

\*\* Stj. Dt., Başkent Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Ankara, Türkiye

Pulpal dokunun vital ve nekrotik artıklarının, mikro-organizmaların ve mikrobiyal toksinlerin kök kanal sisteminden uzaklaştırılmasının endodontik tedavinin başarısı açısından büyük bir önemi vardır. Bunu gerçekleştirmek kemo-mekanik anlamda bir miktar mümkün iken, kök kanal sisteminin karışık anatomisi nedeniyle kanalları tümüyle temizlemek ve şekillendirmek mümkün değildir.<sup>1</sup> Kök kanallarının şekillendirilmesi esnasında döner enstrümanların varlığına rağmen, şekillendirmenin çoğunlukla kanalın merkezinde gerçekleştirilmesi nedeniyle, yan kanal, istmus, cul-de-sac gibi anatomik varyasyonlara ulaşabilmek, onları etkili bir şekilde temizlemek mümkün olamamaktadır.<sup>2</sup> İlave olarak, bu bölgelerin debris, mikro-organizmalar ve yan ürünlerinin barınabileceği ideal yerler olması açısından, yine kanal dolgu materyallerinin yeterli adaptasyonuna izin vermemesinden dolayı inatçı periapikal enfeksiyonlara neden olabileceği bilinmektedir.<sup>3</sup> Bu nedenle kök kanallarının temizliğinde kök kanal enstrümantasyonuna ilave olarak irrigasyonun önemli bir yeri vardır.

Günümüzde kök kanallarının temizliğinde tek başına yeterli özellikleri olan irrigasyon solüsyonunun bulunmaması nedeniyle irrigasyon solüsyonlarının birlikte kullanılması, bunların pH'nın düşürülmesi, ısısının artırılması, ıslatabilirlik özelliğinin artırılması amacıyla içlerine sürfaktan gibi materyallerin eklenmesi ile etkinliğin artırılması amaçlanmıştır. Son dönemde tanıtılan ve kanalları içinde manuel olarak veya makineler aracılığıyla kullanılan sistemlerin de irrigasyon solüsyonlarının etkinliğini artırdığı gösterilmiştir.<sup>4,5</sup>

Endodonti biliminin geçmişinde birçok irrigasyon materyali ve yardımcı ekipmanı tanıtılmış ve ideal bir irrigasyon rejiminin arayışında olunmuştur. Bu derleme makalesinin amacı günümüz çağdaş endodonti pratiğinde kullanılmakta olan irrigasyon solüsyonlarını, irrigasyonun yardımcı mekanik araçlarını, yeni tanıtılmış olan materyal ve teknikleri sunmak ve özelliklerini literatür bilgisi doğrultusunda karşılaştırmaktır.

## ENDODONTİ KLİNİK PRATIĞİNDE KULLANILAN İRRİGASYON SOLÜSYONLARI

Çağdaş endodonti klinik pratiğinde çok çeşitli irrigasyon solüsyonları kullanılmaktadır (Kutu I). Antibakteriyel özellikleri, etkili oldukları doku tipi ve etkilerini sürdürebilme özellikleri açısından değişik irrigasyon solüsyonları farklı özellikleriyle ön plana çıkmaktadır.

**Kutu I.** Endodonti klinik pratiğinde kullanılan irrigasyon solüsyonları

Sodyum Hipoklorit  
Dentinin şelasyon ajanları ve asitler  
Klorheksidin di Glukonat  
Antibakteriyel Ajan İçeren İrrigasyon Solüsyonları

### Sodyum hipoklorit (NaOCl)

En yaygın kullanılan irrigasyon solüsyonu olan sodyum hipoklorit, suda Na ve OCl olarak iyonlaşır, pH'ı 4 ile 7 arasında aktiftir ve %0,5-7 konsantrasyonlarda kullanılır. Çok etkili bir antimikrobiyal ajandır. Pulpa atıklarını ve dentinin organik kısmını çözer.<sup>6</sup> Bakteri ve mantar eliminasyonunda düşük konsantrasyonlarının dahi etkili olduğu rapor edilmiştir. Sodyum hipokloritin %0,5'lik solüsyonunun *Candida Albicans*'ı 10 sn'de inaktive ettiği gösterilirken, aynı konsantrasyondaki NaOCl'in *Enterococcus Faecalis* üzerinde 30 dk'da etkili olduğu, %5,25'lik konsantrasyonunun ise 2 dk'da etkili olduğu rapor edilmiştir.<sup>7</sup> Apikal periodontitis teşhisi koyulmuş hastalardan izole edilen *Porphyromonas Gingivalis*, *Porphyromonas Endodontalis*, *Prevotella Intermedia* bakteri suşları üzerinde %0,5'lik NaOCl'in 15 sn'de etkili olduğu belirlenmiştir.<sup>8</sup>

Yüksek konsantrasyonlarda kullanılan NaOCl'nin antimikrobiyal özelliğinin iyi olması ve iyi bir organik doku çözücü özelliği olmasına rağmen konsantrasyon artışıyla birlikte toksisitesinin ve dokular üzerinde tahriş edici özelliğinin de arttığı bilinmektedir. Bu nedenle, birçok ülkede endodonti pratiğinde güvenilirlik yönünden NaOCl'in %0,5-1'lik konsantrasyonları tercih edilmektedir.<sup>9</sup>

Rapor edilen etkili antimikrobiyal özelliğine rağmen, özellikle planktonik *Enterococcus Faecalis* bakterisi ve bu bakteri tarafından oluşturulan biyofilme karşı etkinliğinin her zaman yüksek düzeyde olmadığı belirlenmiştir.<sup>10,11</sup> Ma ve ark.<sup>10</sup> klorheksidin di glukonat'ın (CHX) bu bakımdan NaOCl'ye göre daha etkili olduğu sonucuna varırken, del Carpio-Perochena ve ark.<sup>11</sup> NaOCl'in etkinliğinde konsantrasyon ve pH'sının önemli bir yeri olduğundan, pH'nın düşürülmesi halinde etkinliğinin düşebileceğinden bahsetmişlerdir.

### Dentinin şelasyon ajanları ve asitler

Bu ailenin en popüler üyesi etilendiamintetraasetik asit (EDTA)'tır. EDTA'nın pH'ı 7 olan %17'lik disodyum tuzu en yaygın kullanılan formulasyonudur. Smear tabakasının ve dentinin inorganik bileşenlerinin

uzaklaştırılmasında oldukça etkilidir.<sup>12</sup> EDTA dışında, EDTA'nın sulu bir taşıyıcı içinde sodyum hidroksitle tamponlanmış hali olan REDTA, sikloheksan-1,2-diamintetraasetik asitin %1'lik solüsyonu (CDTA), etilen glikol-bis(β-aminoetil eter)-N,N,N',N'-tetraasetik asit (EGTA), dietiltriamin penta asetik asit solüsyonları olan EDTAC ve DTPAC gibi türleri mevcuttur.<sup>13</sup>

Enfekte dokunun temizlenmesini ve çıkarılmasını kolaylaştıran EDTA, NaOCl ile birlikte kullanıldığında kök kanalında bulunan bakterilerin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunmakta, dentinin derin tabakalarında dezenfeksiyon ajanlarının antibakteriyel etkilerini artırmaktadır.<sup>14</sup> Niu ve ark.<sup>15</sup> EDTA ile NaOCl/EDTA kombinasyonunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, irrigasyon uygulamaları sonrasında aldıkları elektron mikroskobu görüntülerine göre, NaOCl'i takiben uygulanan EDTA'nın, yalnızca EDTA uygulanmasına göre daha fazla debris kaldırdığını rapor etmişlerdir.

EDTA'nın tek başına kullanıldığında literatürde rapor edilen antibakteriyel etkisi çok düşüktür. Bu etkinin muhtemel sebebinin EDTA'nın bakteri hücre zarından bazı yüzey proteinlerini metal iyonları ile birleştirerek serbestleştirilmesi olduğu, bu durumun da bakteri ölümlerine neden olabileceği rapor edilmiştir.<sup>16</sup>

Sitrik asit, EDTA gibi kanal irrigasyonunda smear tabakasının uzaklaştırılmasında etkili bir ajandır. EDTA'ya benzer şekilde, smear tabakasının tamamen uzaklaştırılması sitrik asitten önce ya da sonra NaOCl irrigasyonunu gerektirir. Sitrik asitin %1 ile %50 arasında değişen konsantrasyonlarda kullanıldığı belirtilmiştir.<sup>17</sup> Karşılaştırmalı bir çalışmada %10'luk sitrik asidin %1'likten daha etkili olduğu ve %17'lik EDTA'ya göre dentin demineralizasyonu anlamında daha etkili olduğu rapor edilmiştir.<sup>18</sup> Retrograd kaviterlerde yapılan bir çalışmada ultrasonik cihazlar ile karşılaştırıldığında, %10'luk sitrik asitin smear tabakasının uzaklaştırılmasında daha etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>19</sup> Bununla beraber, Liolios ve ark.<sup>20</sup> %15 ve %3'lük EDTA konsantrasyonlarının %50'lik sitrik asite göre smear tabakasını çözmede daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Takeda ve ark.<sup>21</sup> %17'lik EDTA, %6'lık fosforik asit ve %6'lık sitrik asit ile irrigasyonun, kök kanal sisteminden smear tabakasını tümüyle uzaklaştırmadığını rapor etmişlerdir.

Sitrik asitin antimikrobiyal aktivitesinin de EDTA gibi zayıf olabileceği üzerinde durulmuş, ancak antimikrobiyal etkinliği kapsamlı bir şekilde belgelenmemiştir.

Sitrik asit gibi tannik asit, laktik asit, poliakrilik asit maleik asit, fosforik asit gibi bileşikler smear tabakasının uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Yüzey aktif özellikleri diğer dördü amonyum bileşiklerine benzeyen N<sub>1</sub>N<sub>1</sub>'-dekametilen-N<sub>4</sub>N<sub>4</sub>'-dekametilen-bis-4-aminochinaldinium diasetat (Salvazol), %5,3 oksil asetat, %4,6 amonyum oksil asetat ve %0,06 setil trimetil amonyum bromitten oluşan Decal, proteolitik enzimler bu amaçla kullanılan diğer kimyasal bileşiklerdir.<sup>13</sup>

### Klorheksidin di glukonat (CHX)

Klorheksidin di glukonat mükemmel antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle yaygın olarak kanal içi dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Endodontide irrigasyon solüsyonu ve kök kanal medikamenti olarak kullanılması nedeniyle giderek artan bir popülerite kazanmıştır. NaOCl'in aksine, CHX'in kötü kokusu yoktur, periapikal dokuları tahriş etmez ve kaza sonucu bulaşması halinde giysilerde ağarmalara neden olmaz.<sup>22</sup>

Bu solüsyonun güçlü antimikrobiyal etkinliğinin belgelenmesine rağmen, doku çözme özelliğinden yoksun olması nedeniyle NaOCl daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Antimikrobiyal etkinliğin kaynağı, CHX'in bakteri hücre duvarına veya dış zarına nüfuz etmesi ve plazma membranının sitoplazmik iç zarına tutunmasıyla başlar. Yüksek konsantrasyonlarda CHX, hücre içi bileşenlerinin koagülasyonuna neden olur.<sup>23</sup> Bununla birlikte, CHX'in etkinliği pH'a bağlıdır ve bu durum organik madde varlığında önemli ölçüde azalır.<sup>24</sup> Klorheksidin di glukonat Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin yanı sıra mayalara karşı da etkilidir.<sup>25</sup> Gram-negatif bakterilere karşı gösterdiği etkinliğin, Gram-pozitif bakterilere karşı gösterdiği etkinlik kadar iyi olmadığı, mikobakteri ve bakteriyel sporların da CHX'a karşı dirençli olduğu belirlenmiştir.<sup>26</sup> CHX'in virüslere karşı ise çok etkili olmadığı, aktivitesinin lipid zarflı virüsler ile sınırlı olduğu gösterilmiştir.<sup>27</sup> Bu nedenlerle gutta-perka konularının sterilizasyonu için NaOCl'in CHX'a göre daha uygun bir alternatif olduğu belirtilmiştir.<sup>28</sup>

Antimikrobiyal etkinlik anlamında NaOCl ve CHX'in birbirine benzer olduğu ancak, etki şekillerinin önemli farklılıklar gösterdiği rapor edilmiştir.<sup>29</sup> Aşağıda adı geçen irrigasyon solüsyonlarının biyofilm üzerine etkilerinin tarama elektron mikroskobu ve kültür alınarak karşılaştırmalı olarak incelendiği bir çalışmada, 15 dakikalık irrigasyon sonucunda %6'lık NaOCl, %3'lük NaOCl, %1'lik NaOCl, %2'lik CHX ve %1'lik NaOCl ve Biopure MTAD (Dentsply Endodontics-Tulsa Dental, Tulsa, OK) kombinasyonu arasında, %6'lık

NaOCl'in biyofilmi tamamen ortadan kaldıran tek irrigasyon solüsyonu olduğu gösterilmiştir. Biyofilmin ortadan kaldırılmasında %2'lik CHX solüsyonunun diğer irrigasyon solüsyonları kadar etkili olmadığı tespit edilmiştir.<sup>30</sup>

### Antibakteriyel ajan içeren irrigasyon solüsyonları

Biopure MTAD (MTAD) (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA), tetrasiklin izomeri, sitrik asit ve deterjan karışımı (Tween 80) içermekte ve kök kanal irrigasyonu için yeni nesil antibakteriyel bir ürün olarak tanımlanmaktadır. MTAD'ın antibakteriyel özelliği, içinde bulunan yüksek konsantrasyondaki doksisisiklinden kaynaklanır.<sup>31</sup> Bir çalışmada, MTAD'ın *Enterococcus Faecalis*'i laboratuvar ortamında 5 dakikadan daha az sürede öldürdüğü gösterilmiştir.<sup>31</sup> Buna karşın, NaOCl/EDTA kombinasyonunun NaOCl/MTAD'a göre daha iyi performans gösterdiği rapor edilmiştir.<sup>32</sup>

Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggio, Italy) ilk olarak Giardino ve ark.<sup>33</sup> tarafından tanıtılmış olup, tıpkı MTAD gibi içeriğinde antibiyotik, asit ve 2 adet deterjan (propilen glikol ve setremid) bulunur. Yapılan bakteriyolojik çalışmalarda, Tetraclean in vitro biyofilm ve planktonik kültürde yer alan *Enterococcus Faecalis*'e karşı gösterdiği antibakteriyel etkinin MTAD'a göre daha kuvvetli olduğu belirtilirken, bir diğer çalışmada ise NaOCl'nin aynı bakteri türüne karşı Tetraclean'a göre daha az düzeyde etkin olduğu gösterilmiştir.<sup>34,35</sup> Antifungal özellikler yönünden ise NaOCl ve CHX'in *Candida Albicans*'lar üzerinde MTAD ve Tetraclean'e göre daha etkili olduğu gösterilmiştir.<sup>36</sup>

QMiX (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA), içeriğinde bisbiguanid antimikrobiyal ajan, poliaminkarboksilik asit kalsiyum şelasyon ajanı, salin ve sürfaktan barındıran ve yeni tanıtılmış bir üründür. QMiX'in antibakteriyel etkinliğinin ve smear tabakasını uzaklaştırma yeterliliğinin araştırıldığı bir çalışmada, QMiX ve %1 ve 2'lik konsantrasyonlarda kullanılan NaOCl'in planktonik ve biyofilm kültürü içerisinde yer alan *Enterococcus Faecalis* ve plak bakterilerine karşı %2'lik CHX ve MTAD'ye nazaran daha etkin olduğu gösterilmiştir. İlave olarak, smear tabakasını uzaklaştırmadaki etkinlik açısından QMiX ile %17'lik EDTA'nın benzer sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.<sup>37</sup>

### KANAL TEMİZLEME VE DEZENFEKSİYONUN MEKANİK ARAÇLARI

İrrigasyon solüsyonlarının kök kanalı boyunca et-

kinliklerinin artırılması için birtakım yardımcı enstrümanlar ve teknikler aracılığıyla fiziksel olarak aktifleştirilmeleri düşünülmüştür. Bu amaçla birçok teknik ve enstrüman endodonti klinik pratiğinde kullanılmak amacıyla tasarlanmış ve tanıtılmıştır (Kutu 2).

### Kutu II. Kanal temizleme ve dezenfeksiyonun mekanik araçları

#### Manuel Olarak Aktifleştirilmiş İrrigasyon

İğne veya kanül içeren şırıngalar

Fırçalar

Manuel dinamik irrigasyon

#### Makineler Yardımıyla Aktifleştirilmiş İrrigasyon

Döner fırça sistemleri

Sonik cihazlarla aktifleştirilmiş irrigasyon

Ultrasonik cihazlarla aktifleştirilmiş irrigasyon

Alternatif basınçla irrigasyon

### Manuel olarak aktifleştirilmiş irrigasyon

Kök kanalı içinde bulunan irrigasyon solüsyonunun manuel olarak hareket ettirilmesi ile solüsyonun mekanik temizlik ile ulaşılamayan bölgelere, yan kanallar gibi anatomik dallanma bölgelerine ulaştırılması amaçlanmaktadır. İrrigasyon iğnesinin korono-apikal yöndeki hareketi, Endobrush (C&S Microinstruments Limited, Markham, Ontario, Canada), Navitip FX (Ultradent Products Inc, South Jordan, UT) gibi kök kanal fırçalarının kullanılması ve master guta-perka konun kanal içerisinde ileri-geri hareketi (manuel dinamik irrigasyon) bu grupta yer almaktadır.<sup>38-41</sup>

### Makineler yardımıyla aktifleştirilmiş irrigasyon

**Döner Fırça Sistemleri** Bu grupta yer alan CanalBrush (Coltene Whaledent, Langenau, Germany) sistemi propilen bir malzemeden üretilmiş olup oldukça esnek yapıdadır. Manuel olarak kullanım alanı bulmasına rağmen 600 rpm hızla dönen başlıklarla kullanılması daha etkin bir temizlik açısından önerilmektedir.<sup>4</sup>

Kamel ve Kataia<sup>42</sup> şelasyon ajanı irrigasyon solüsyonunun CanalBrush ile aktive edilmesinin ardından daha temiz kanal duvarları elde etmiş olmalarına karşılık, da Costa Lima ve ark.<sup>43</sup> ultrasoniklerle yapılan aktivasyon sonucu elde edilen temizliğin CanalBrush sistemine göre daha üstün olduğunu göstermişlerdir.

### Sonik Cihazlarla Aktifleştirilmiş İrrigasyon

Endosonor (Dentsply Maillefer, Ballagiues, Switzerland), Endosoft ESI (EMS, Nyon, Switzerland),

Endoactivator System (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) ve Vibringe Sonic (Vibringe, Amsterdam, Netherlands) sistemleri bu grupta yer almaktadır. Sonik cihazlar 1500 Hz ile 6000 Hz arasında değişen titreşimle çalışırken, ultrasonik aletlerin çalıştığı titreşim aralığı 20 000 Hz'den fazladır.<sup>44</sup> Ultrasonik ve sonik irrigasyonla desteklenen irrigasyon sonucunda kök kanallarının pasif şırınga irrigasyonuna göre daha iyi temizlendiği gösterilmiştir.<sup>45</sup> Sonik ve ultrasonik irrigasyon tekniğinin karşılaştırıldığı bir başka araştırma ise ultrasonik aktivasyonun sonik aktivasyona göre belirgin olarak daha etkili olduğunu göstermiştir.<sup>44</sup>

**Ultrasonik Cihazlarla Aktifleştirilmiş İrrigasyon** Çeşitli firmaların geliştirdiği farklı tasarımlardaki uçları sayesinde, ultrasonik cihazlar dişhekimliğinde gün geçtikçe daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu cihazlar, preparasyon esnasında minimal düzeyde dentin kaldırarak dişin yapısını mümkün olduğunca korur. Bu cihazların elmas kaplı uçlar ile daha etkin bir şekilde çalıştığı gösterilmiştir.<sup>46</sup> Bununla beraber, ultrasonik uçlar çalışırken bir miktar ısı artışına neden olur ve bu durum özellikle su soğutması sağlanmadığı durumlarda ısının dentin duvarları aracılığıyla çevredeki kemiğe iletilmesine ve hatta ileri düzeylerde kemik nekrozuna neden olabilmektedir.<sup>47</sup> Bu ısı artışı kök kanal irrigasyonunda da açığa çıkmaktadır. Ancak bu durum bir dezavantajdan çok, ısı ile irrigasyon solüsyonunun antibakteriyel etkisi artırıldığından bir avantaj olarak görülmektedir.<sup>48</sup>

İrrigasyon esnasında ultrasonik aktivasyonun etkili olabilmesi için ultrasonik ucun kanal içinde rahat salınım yapabiliyor olması gereklidir.<sup>49</sup> Pasif ultrasonik irrigasyon, kök kanal duvarının ileri preparasyonuna neden olmaksızın irrigasyon solüsyonunun aktivasyonu olarak tanımlanmıştır.<sup>50</sup> Pasif ultrasonik irrigasyonun sağladığı akustik akım, dentin tübülleri, lateral kanallar, istmus, C-şekilli kanallar gibi temizlenmesi güç bölgelerin daha etkin bir şekilde temizlenmesini sağlar. Bu durum özellikle nekrotik vakalarda büyük bir önem taşımaktadır.<sup>51</sup> Kuah ve ark.<sup>52</sup> prepare edilmiş kanalların apikal bölümünde yer alan smear tabakası ve debrisin uzaklaştırılmasında en etkili yöntemin ultrasonikle aktive edilmiş 1 dakikalık EDTA irrigasyonunu takiben NaOCl uygulaması olduğunu rapor etmişlerdir. İlave olarak, Layton ve ark.<sup>53</sup> %2,6'lık NaOCl ile kombine edilen sürekli ultrasonik aktivasyonun, aralıklı ultrasonik aktivasyon ve geleneksel şırınga irrigasyonuna göre biyofilm tabakasını uzaklaştırmada daha etkin olduğunu göstermiştir.

**Alternatif Basınçla İrrigasyon** İrrigasyon solüsyonlarının kök kanalı boyunca erişim etkinliklerinin artırılması amacıyla kullanılan bir diğer yaklaşım

negatif ve pozitif basınç yöntemiyle irrigasyondur. Endo Vac (Discus Dental, Culver City, CA, USA) bu prensiple çalışan bir cihazdır. Bu yöntemde, irrigasyon solüsyonunun verilmesini takiben solüsyonu apikal yönde ileten ve geri çeken bileşenleri (çok ince enjektör iğnesi, makrokanül, mikrokanül) sayesinde solüsyonun ileri geri hareketi ile kök kanal sisteminin temizliği sağlanır.<sup>54</sup> Bu yöntem altında tanıtılan bir diğer cihaz ise RinsEndo (Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Germany) sistemidir. Bu sistemde kök kanalının apikaline yakın yerleştirilen iğne, irrigasyon solüsyonunun ileri ve geri hareketini sağlarken aynı zamanda 1,6 Hz düzeyinde gerçekleştirdiği titreşim ile etkinlik gösterir. Bu sistemi geleneksel şırınga irrigasyonu ile karşılaştıran araştırmacılar, sistemin temizleme ve dezenfeksiyon anlamında daha üstün olduğunu rapor etmişlerdir.<sup>55</sup> İrrigasyon esnasında çeşitli sistemlerin irrigasyon solüsyonlarını apikalden taşıma potansiyellerinin incelendiği bir başka çalışmada, EndoVac ve EndoActivator sistemleri, geleneksel yöntem, ultrasonik aktivasyon ve Rinsendo sistemlerine göre daha güvenilir bulunmuştur.<sup>56</sup>

## KÖK KANALLARININ TEMİZLENMESİNDE YENİ GELİŞMELER

Kök kanallarının temizlenmesinde lazer ışını kullanılarak mikroorganizmaların yok edilmesi, elektrokimyasal olarak aktive edilmiş su, ozonlanmış su, Oktenidin, Carisolv gibi preparatlar, yine Morinda Citrifolia ekstresi, atmosferik basınçlı plazma sistemi ve nanoteknoloji irrigasyon, hidroksietiliden bifosfonat ajanının kullanılması yeni yaklaşımlardır.

### Endodontide lazer

1960'ta Maiman<sup>57</sup> tarafından ruby lazerin tanıtılmasından bu yana dişhekimliğinde lazer uygulamaları daha geniş yer bulmuştur. Endodontide lazer, pulpal hastalıkların teşhisinde, aşırı dentin hassasiyeti tedavisinde, kuafaj ve pulpotomi işlemlerinde, kök kanallarının sterilizasyonunda, genişletilmesinde ve doldurulmasında, son olarak da apisektomide kullanılmaktadır.<sup>58</sup> Er:YAG, Er,Cr:YSGG, Nd:YAG ve di-yot lazerler, endodonti pratiğinde kök kanallarında bulunan bakterilerin eliminasyonunda, ayrıca kök kanallarında gerçekleştirilen kemo-mekanik temizliğin desteklenmesinde kullanılan lazer tipleri olarak sayılabilir.<sup>59</sup>

Kök kanallarının sterilizasyonunda, ince fiber optik dağıtıcı sistemleri sayesinde kök kanalının derinliklerine kadar ulaşabilen lazer sistemlerinin bu anlamda her geçen gün daha popüler bir hale geldiği görülmektedir. Bu sistemlerin kök kanalından mikroorganizma ve debrisi önemli ölçüde uzaklaştırdığını göste-

ren çalışmalara rağmen kullanılan lazer sistemlerinin bir takım dezavantajları da bulunmaktadır. Yüksek güçte çalışan tüm lazerler bakterisidal etkilidir. Ancak bunun yanında işlem sırasında ortaya çıkan duman nedeniyle bakteriyel bir yayılım olabileceği de araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.<sup>8</sup> Bu enfeksiyöz yayılımın önlenmesi amacıyla işlem esnasında güçlü bir vakum sisteminin kullanılması önerilmektedir.<sup>8</sup> Bir diğer dezavantajın ise işlem esnasında meydana gelebilecek ısı artışı nedeniyle periodontal dokular ve kemikte oluşabilecek termal yaralanmalar olabileceği rapor edilmiştir.<sup>60</sup>

### Foton başlangıçlı fotoakustik akım sistemi (PIPS)

PIPS, kök kanal dezenfeksiyonu için Er:YAG lazerin kullanıldığı yeni tanıtılmış bir sistemdir. Düşük enerji düzeyinde kısa atımlarla çalışma prensibi olan sistemin avantajları aşağıda belirtilmiştir.<sup>61</sup>

- Uygulamasının kolay olması
- Minimal preparasyon gerektirmesi
- Dar kanallarda etkili olması
- Üç boyutlu hareket ederek iyi bir dezenfeksiyon sağlaması
- Periapikal dokulara zarar vermemesi
- Koronal ve orta üçlüde smear tabakasını kaldırabilmesi

Yapılan bir diğer araştırmada ise PIPS/NaOCl kombinasyonunun tek başına NaOCl irrigasyonuna göre antibakteriyel etki anlamında daha üstün olmadığı rapor edilmiştir.<sup>62</sup>

### Elektrokimyasal olarak aktive edilmiş su

Elektrokimyasal olarak aktive edilmiş su sistemi, özel olarak geliştirilmiş bir cihazda musluk suyu ve tuz karışımından elde edilmektedir. Cihaz anot ve katot olarak adlandırılan iki hazneden meydana gelmektedir. Solüsyon üretimden sonra yarı-kararlı ya da kararsız halde olup, çok sayıda serbest radikal ile çeşitli molekül ve iyon içermektedir. Anot haznesinde biriken solüsyon anolit adını alırken, katot haznesinde biriken solüsyon katolit adını almaktadır. Anolit, yüksek oksidasyon potansiyeli ve antimikrobiyal özelliği olan bir solüsyon iken, katolit yüksek redüksiyon potansiyeli olan güçlü bir deterjan ve temizleyici etkili bir solüsyondur.<sup>63</sup> Gulabivala ve ark.<sup>64</sup> *Enterococcus Faecalis* biyofilmini kullanarak gerçekleştirdikleri antibakteriyel etkinlik çalışmalarında, nötral ve asidik anolit solüsyonlarını katolit solüsyonuna göre daha etkili bulurken, %3'lük NaOCl solüsyonunun, kullanılanlar arasında en etkili irrigasyon solüsyonu olduğunu belirtmişlerdir.

### Oktenidin hidroklorit

Oktenidin hidroklorit (Octenisept, Schülke & Mayr, Nordersdedt, Germany) (N,N'-(1,10-decanediyl-di-1(4H)-pyridinyl-4-ylidene)bis-[1-octanamine] dihydrochlorine) bir bispidin antimikrobiyal bileşimidir. Tıpta, müköz membran antiseptiği ve derin yanıklarda yara iyileşmesini destekleyen bir antiseptik ajan olarak uzun zamandır kullanılmaktadır.<sup>65</sup> Dişhekimliğinde ise antimikrobiyal/antiplak ajan olma özelliği nedeniyle ağız gargaralarının içinde yer almış, son dönemde ise irrigasyon solüsyonu olarak kullanılması gündeme gelmiştir. Tirali ve ark.<sup>66</sup> %50 ve %100 konsantrasyonlarındaki Oktenidin hidrokloritin, *Enterococcus Faecalis* bakterisine karşı %5,25'lik NaOCl'ye nazaran daha üstün bir antimikrobiyal etki gösterdiğini, buna ilave olarak Eldeniz ve ark.<sup>67</sup> Oktenidin hidroklorit, %2,5 NaOCl, %5,25 NaOCl ve %2'lik CHX solüsyonlarının üç dakikalık irrigasyon sonucunda, kontamine edilen kök kanallarındaki *Candida Albicans*'ların tümünü yok ettiğini rapor etmişlerdir.

### Carisolv

Carisolv (MediTeam, Göteborg, Sweden) çürük dentini çözmek amacıyla satışa sunulmuş olan yeni bir üründür. Proteinlerin dentine olan afinitesinden dolayı aminoasitlerden ve doku çözücü güçlü bir dezenfektan olan klorominden oluşmuştur. Demineralize dentindeki hasarlı kollajeni yıkarak çürük dentini çözdüğü gösterilmiştir.<sup>68</sup> Ultrasonik aktivasyon varlığında ve yokluğunda kullanılan Carisolv'un kanalları serum fizyolojik solüsyonuna göre belirgin olarak daha iyi temizlediği ancak NaOCl solüsyonuna göre daha kötü bir performans sergilediği belirtilmiştir.<sup>69</sup>

### Ozon

Ozonlu suyun bakterilere, mantarlara, protozoalara ve virüslere karşı etkili bir ajan olduğu belirtilmiştir. Avantajları arasında kullanım kolaylığı, mutajenik olmayışı ve hızlı mikrobiyal etki sayılabilir.<sup>70</sup> Ultrasonik aktivasyonla kombine olarak kullanılan ozonlu suyun *Enterococcus Faecalis* üzerindeki bakterisidal etkisi %5,25'lik NaOCl ile benzer olduğu belirtilmiştir.<sup>71</sup> Kaptan ve ark.<sup>72</sup> %2'lik NaOCl ile kombine edilen gaz formundaki ozonun *Enterococcus Faecalis* biyofilmini tamamen ortadan kaldırdığını rapor etmişlerdir.

### Morinda citrifolia ekstresi

Egzotik bir meyve olan morinda citrifolia suyunun antibakteriyel, antiviral, antifungal, antikarsinogenik, antihelmentik, analjezik, hipotansif, antienflamatuar ve immün destekleyici özellikleriyle geniş terapötik

etkileri bulunduğu belirtilmektedir.<sup>73</sup> Murray ve ark.<sup>74</sup> morinda citrifolia ekstresinin EDTA ile beraber kullanılması halinde *Enterococcus Faecalis* ile kontamine edilmiş kanallarda oluşturulan smear tabakasını uzaklaştırmada %6'lık NaOCl ile benzer özellikler gösterdiğini, %2'lik CHX'den ise daha üstün olduğunu belirtmişlerdir. Antifungal etkinliğin araştırıldığı bir diğer çalışmada ise NaOCl ve propolis en yüksek antifungal etkiyi gösterirken, morinda citrifolia ekstresinin bu anlamda en düşük etkili materyal olduğu rapor edilmiştir.<sup>75</sup>

### Diğer gelişmeler

Yukarıda anlatılan gelişmeler dahilinde henüz tanıtılmış olan ve deneysel olarak çalışmaları devam eden düşük ısılı atmosferik basınçlı plazma sistemi ve nanoteknoloji (Nanotec Endo; Dental Nanotechnology SA, Katowice, Poland) rapor edilen olumlu özellikleriyle dikkat çekmektedir.<sup>76,77</sup>

NaOCl'e smear tabakasını uzaklaştırabilme özelliğinin kazandırılması amacıyla zayıf etkili bir şelasyon ajanı olan hidroksietiliden bifosfonat veya diğer adıyla etidronik asit (HEBP) ilave edilmesi ve böylelikle NaOCl'nin özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kombinasyonun rapor edilen güçlü antimikrobiyal etkinliğı nedeniyle daha ileri düzeyde çalışmalara yol açacağı düşünülmektedir.<sup>78</sup>

### SONUÇ

Kök kanal tedavisinin ana amacı kök kanalında mevcut olan debrisin, bakteri ve biyofilmin tamamen elimine edilmesi, çevre dokuda iyileşmenin uyarılması ile var olan enfeksiyonun tedavi edilmesi ve yeniden bir enfeksiyon oluşmasının önüne geçilmesidir. Döner endodontik enstrumanlar ile birlikte etkili irrigasyon solüsyonları ve aktivasyon sistemlerinin işbirliğı sayesinde etkili bir debridmanın sağlanması mümkün olabilmektedir. Bu sayede kanal tedavisinin uzun dönem başarısının artırılması hedeflenmektedir. Mevcut irrigasyon solüsyonlarından optimum etkiyi elde edebilmek için bunların kendi kimyasal koşullarına en uygun ortamlarda kullanılması ve yardımcı sistemlerle etkinliklerinin artırılması gerekmektedir. Farklı irrigasyon solüsyonlarının farklı özellikler taşıması nedeniyle, bunların tedavilerde kombine bir biçimde kullanılması önerilmektedir. Klinik pratiğinde kolay ulaşılabilirlik ve etkili bir kombinasyon oluşturmak adına NaOCl ve EDTA solüsyonlarının birlikte kullanılması tavsiye edilmektedir.

## Kaynaklar

1. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58:589-99.
2. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod.* 2004;30:559-67.
3. Wu MK, de Schwartz FB, van der Sluis LW, Wesselink PR. The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. *Int Endod J.* 2001;34:613-19.
4. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35:791-804.
5. Jena A, Sahoo SK, Govind S. Root canal irrigants: A review of their interactions, benefits, and limitations. *Compend Contin Educ Dent.* 2015;36:256-61.
6. Senia ES, Marshall FJ, Rosen S. The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;31:96-103.
7. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, Drucker DB. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2004;37:438-46.
8. Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, de Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97:79-84.
9. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod.* 1985;11:525-8.
10. Ma J, Tong Z, Ling J, Liu H, Wei X. The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against *Enterococcus faecalis*. *Arch Oral Biol.* 2015;60:1075-81.
11. del Carpio-Perochena A, Bramante CM, de Andrade FB, Maliza AG, Cavenago BC, Marciano MA, Amoroso-Silva P, Duarte MH. Antibacterial and dissolution ability of sodium hypochlorite in different pHs on multi-species biofilms. *Clin Oral Investig.* 2015;19:2067-73.
12. Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. *Dent Clin North Am.* 1990;34:13-25.
13. Alaçam T. Endodonti. 2. Baskı. Ankara: Özyurt Matbaacılık; 2012. s.533-44.
14. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res.* 1987;66:1375-9.
15. Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J.* 2002;35:934-9.
16. Siqueira JF Jr, Batista MM, Fraga RC, de Uzeda M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod.* 1998;24:414-6.
17. Loel DA. Use of acid cleanser in endodontic therapy. *J Am Dent Assoc.* 1975;90:148-51.
18. Machado-Silveiro LF, González-López S, González-Rodríguez MP. Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *Int Endod J.* 2004;37:365-9.
19. Gutmann JL, Saunders WP, Nguyen L, Guo IY, Saunders EM. Ultrasonic root-end preparation. Part 1. SEM analysis. *Int Endod J.* 1994;27:318-24.
20. Liolios E, Economides N, Parissis-Messimeris S, Boutsoukis A. The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int Endod J.* 1997;30:51-7.
21. 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.
22. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* 2009;42:288-302.
23. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: Activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev.* 1999;12:147-79.
24. Russell AD, Day MJ. Antibacterial activity of chlorhexidine. *J Hosp Infect.* 1993;25:229-38.
25. Davies GE, Francis J, Martin AR, Rose FL, Swain G. 1:6-Di-4'-chlorophenyldiguanidohexane (hibitane); laboratory investigation of a new antibacterial agent of high potency. *Br J Pharmacol Chemother.* 1954;9:192-6.
26. Shaker LA, Dancer BN, Russell AD, Furr JR. Emergence and development of chlorhexidine resistance during sporulation of *Bacillus subtilis* 168. *FEMS Microbiol Lett.* 1988;51:73-6.
27. Park JB, Park NH. Effect of chlorhexidine on the in vitro and in vivo herpes simplex virus infection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;67:149-53.
28. Siqueira JF Jr, da Silva CH, Cerqueira M das D, Lopes HP, de Uzeda M. Effectiveness of four chemical solutions in eliminating *Bacillus subtilis* spores on gutta-percha cones. *Endod Dent Traumatol.* 1998;14:124-6.
29. Jeanson MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium



- hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod.* 1994;20:276-8.
30. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod.* 2006;32:434-7.
  31. Shabahang S, Torabinejad M. Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod.* 2003;29:576-9.
  32. Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG. Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation. *J Endod.* 2007;33:48-51.
  33. Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod.* 2006;32:1091-3.
  34. Pappen FG, Shen Y, Qian W, Leonardo MR, Giardino L, Haapasalo M. In vitro antibacterial action of Tetraclean, MTAD and five experimental irrigation solutions. *Int Endod J.* 2010;43:528-35.
  35. Neglia R, Ardizzoni A, Giardino L, Ambu E, Grazi S, Calignano S, Rimoldi C, Righi E, Blasi E. Comparative in vitro and ex vivo studies on the bactericidal activity of Tetraclean, a new generation endodontic irrigant, and sodium hypochlorite. *New Microbiol.* 2008;31:57-65.
  36. Mohammadi Z, Giardino L, Palazzi F. Evaluation of the antifungal activity of four solutions used as a final rinse in vitro. *Aust Endod J.* 2013;39:31-4.
  37. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J.* 2012;45:363-71.
  38. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation-literature review and case reports. *Int Endod J.* 2000;33:186-93.
  39. Keir DM, Senia ES, Montgomery S. Effectiveness of a brush in removing postinstrumentation canal debris. *J Endod.* 1990;16:323-7.
  40. Zmener O, Pameijer CH, Serrano SA, Palo RM, Iglesias EF. Efficacy of the NaviTip FX irrigation needle in removing post instrumentation canal smear layer and debris in curved root canals. *J Endod.* 2009;35:1270-3.
  41. 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.
  42. Kamel WH, Kataia EM. Comparison of the efficacy of Smear Clear with and without a canal brush in smear layer and debris removal from instrumented root canal using WaveOne versus ProTaper: A scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2014;40:446-50.
  43. da Costa Lima GA, Aguiar CM, Câmara AC, Alves LC, Dos Santos FA, do Nascimento AE. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: An in vitro study. *J Endod.* 2015;41:400-4.
  44. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 1999;25:735-8.
  45. Van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *Int Endod J.* 2007;40:415-26.
  46. Lin YH, Mickel AK, Jones JJ, Montagnese TA, González AF. Evaluation of cutting efficiency of ultrasonic tips used in orthograde endodontic treatment. *J Endod.* 2006;32:359-61.
  47. Huttula AS, Tordik PA, Imamura G, Eichmiller FC, McClanahan SB. The effect of ultrasonic post instrumentation on root surface temperature. *J Endod.* 2006;32:1085-7.
  48. Zeltner M, Peters OA, Paqué F. Temperature changes during ultrasonic irrigation with different inserts and modes of activation. *J Endod.* 2009;35:573-7.
  49. Lumley PJ, Walmsley AD, Laird WR. Streaming patterns produced around endosonic files. *Int Endod J.* 1991;24:290-7.
  50. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 2005;38:593-6.
  51. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: Impact of canal location and angulation. *Int Endod J.* 2009;42:59-65.
  52. Kuah HG, Lui JN, Tseng PS, Chen NN. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *J Endod.* 2009;35:393-6.
  53. Layton G, Wu WI, Selvaganapathy PR, Friedman S, Kishen A. Fluid dynamics and biofilm removal generated by syringe-delivered and 2 ultrasonic-assisted irrigation methods: A novel experimental approach. *J Endod.* 2015;41:884-9.
  54. Nielsen BA, Craig Baumgartner J. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod.* 2007;33:611-5.
  55. 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.

56. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod.* 2009;35:545-9.
57. Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature.* 1960;187:493-4.
58. Mohammadi Z. Laser applications in endodontics: An update review. *Int Dent J.* 2009;59:35-46.
59. Christo JE, Zilm PS, Sullivan T, Cathro PR. Efficacy of low concentrations of sodium hypochlorite and low-powered Er,Cr:YSGG laser activated irrigation against an *Enterococcus faecalis* biofilm. *Int Endod J.* 2016;49:279-86.
60. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2001;34:424-8.
61. DiVito E, Lloyd A. ER:YAG laser for 3-dimensional debridement of canal systems: Use of photon-induced photoacoustic streaming. *Dent Today.* 2012;31:124-7.
62. Pedullà E, Genovese C, Campagna E, Tempera G, Rapisarda E. Decontamination efficacy of photon-initiated photoacoustic streaming (PIPS) of irrigants using low-energy laser settings: An ex vivo study. *Int Endod J.* 2012;45:865-70.
63. Marais JT. Cleaning efficacy of a new root canal irrigation solution: A preliminary evaluation. *Int Endod J.* 2000;33:320-5.
64. Gulabivala K, Stock CJ, Lewsey JD, Ghorri S, Ng YL, Spratt DA. Effectiveness of electrochemically activated water as an irrigant in an infected tooth model. *Int Endod J.* 2004;37:624-31.
65. Kramer A, Roth B, Müller G, Rudolph P, Klöcker N. Influence of the antiseptic agents polyhexanide and octenidine on FL cells and on healing of experimental superficial aseptic wounds in piglets. A double-blind, randomised, stratified, controlled, parallel-group study. *Skin Pharmacol Physiol.* 2004;17:141-6.
66. Tiralì RE, Turan Y, Akal N, Karahan ZC. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of NaOCl and Octenisept in elimination of endodontic pathogens. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:117-20.
67. Eldeniz AU, Guneser MB, Akbulut MB. Comparative antifungal efficacy of light-activated disinfection and octenidine hydrochloride with contemporary endodontic irrigants. *Lasers Med Sci.* 2015;30:669-75.
68. Banerjee A, Watson TF, Kidd EA. Dentine caries excavation: A review of current clinical techniques. *Br Dent J.* 2000;188:476-82.
69. Al-Kilani MG, Whitworth JM, Dummer PM. Preliminary in vitro evaluation of Carisolv as a root canal irrigant. *Int Endod J.* 2003;36:433-40.
70. Restaino L, Frampton EW, Hemphill JB, Palnikar P. Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms. *Appl Environ Microbiol.* 1995;61:3471-5.
71. Hubbezoglu I, Zan R, Tunc T, Sumer Z. Antibacterial efficacy of aqueous ozone in root canals infected by *Enterococcus faecalis*. *Jundishapur J Microbiol.* 2014;7:e11411. doi: 10.5812/jjm.11411
72. Kaptan F, Güven EP, Topcuoglu N, Yazici M, Külekçi G. In vitro assessment of the recurrent doses of topical gaseous ozone in the removal of *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals. *Niger J Clin Pract.* 2014;17:573-8.
73. Li RW, Myers SP, Leach DN, Lin GD, Leach G. A cross-cultural study: Anti-inflammatory activity of Australian and Chinese plants. *J Ethnopharmacol.* 2003;85:25-32.
74. Murray PE, Farber RM, Namerow KN, Kuttler S, Garcia-Godoy F. Evaluation of *Morinda citrifolia* as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2008;34:66-70.
75. Tyagi SP, Sinha DJ, Garg P, Singh UP, Mishra CC, Nagpal R. Comparison of antimicrobial efficacy of propolis, *Morinda citrifolia*, *Azadirachta indica* (Neem) and 5% sodium hypochlorite on *Candida albicans* biofilm formed on tooth substrate: An in-vitro study. *J Conserv Dent.* 2013;16:532-5.
76. Üreyen Kaya B, Kececi AD, Gültaş HE, Çetin ES, Öztürk T, Öksüz L, Bozdoğan F. Efficacy of endodontic applications of ozone and low-temperature atmospheric pressure plasma on root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *Lett Appl Microbiol.* 2014;58:8-15.
77. Pan J, Sun K, Liang Y, Sun P, Yang X, Wang J, Zhang J, Zhu W, Fang J, Becker KH. Cold plasma therapy of a tooth root canal infected with *enterococcus faecalis* biofilms in vitro. *J Endod.* 2013;39:105-10.
78. Arias-Moliz MT, Ordinola-Zapata R, Baca P, Ruiz-Linares M, García García E, Hungaro Duarte MA, Monteiro Bramante C, Ferrer-Luque CM. Antimicrobial activity of chlorhexidine, peracetic acid and sodium hypochlorite/etidronate irrigant solutions against *Enterococcus faecalis* biofilms. *Int Endod J.* 2015;48:1188-93.

#### Yazışma Adresi:

Dr. Emel Olga ÖNAY  
Başkent Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi, Endodonti AD  
82. Sokak No: 26 06490 Bahçelievler/ANKARA  
Tel: 0312 203 00 00 • Faks: 0312 215 29 62 • e-posta: eonay@baskent.edu.tr