



SODYUM HİPOKLORİT: ENDODONTİDE KULLANIM ALANLARI

SODIUM HYPOCHLORITE IN ENDODONTICS

Dr. Dt. Abidin Talha MUTLUAY*

Dt. Merve MUTLUAY**

Makale Kodu/Article code: 1754
Makale Gönderilme tarihi: 26.06.2014
Kabul Tarihi: 13.10.2014

ÖZET

Mikroorganizmalar pulpal ve periapikal hastalıkların başlangıç ve gelişiminde mayör rol oynarlar. Kök kanal sisteminde bulunan mikroorganizmaların elimine edilmesi, endodontik tedavilerin başlıca amacıdır. Bu amaca ulaşmak için mekanik enstrümantasyon ve antimikrobiyal irrigasyon solüsyonlarının kullanımı çok önemlidir. Sodyum hipoklorit, kök kanal tedavilerinde yaygın olarak kullanılan non-spesifik proteolitik antimikrobiyal bir ajandır. Bu derlemenin amacı; sodyum hipokloritin farklı özelliklerini ve endodontideki kullanım amaçlarını derlemektir

Anahtar kelimeler: Sodyum hipoklorit, kanal tedavisi, irrigasyon solüsyonu

ABSTRACT

Microorganisms play a major role in initiation and progression of pulpal and periapical diseases. Elimination of microorganism in root canal system is main objective of endodontic treatments. The use of mechanical instrumentation and antimicrobial irrigation solutions are important to reach this goal. Sodium hypochlorite which is commonly used in root canal treatment, is a non-specific proteolytic antimicrobial agent. The purpose of this article, to review different properties and applications of sodium hypochlorite in endodontics.

Key Words: Sodium hypochlorite, root treatment, irrigation solution

GİRİŞ

Mikroorganizmaların pulpal ve periapikal patolojilerdeki rolü, yürütülen birçok insan ve hayvan çalışmasında gösterilmiştir^{1,2}. Enfekte kök kanalından yalnızca mekanik enstrümantasyon ile mikroorganizmaların elimine edilmesi oldukça güçtür³. Kompleks kök-kanal anatomisi de düşünüldüğünde, mekanik enstrümantasyon ile birlikte yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip kök kanal irriganlarının kullanımının gerekliliği oldukça açıktır^{3,4}.

Sodyum hipoklorit (NaOCl); geniş spektrumlu olması, mikroorganizmalar üzerindeki non-spesifik öldürücü etkisi ve yüksek nekrotik doku çözücü özelliği ile endodontide kullanılan başlıca irriganlardandır⁵. Dentin duvarlarına kolayca difüze olabilmesi, ucuz olması ve kolay bulunabilmesi gibi özellikleriyle de kullanımı yaygınlaşmıştır⁶. Havadan ve ışıktan kolay

etkilenme, pH'sının kolay değişmesi, inorganik ve organik kontaminanlara karşı stabil olmaması da solüsyonun dezavantajları olarak sayılabilir⁷. Bu derlemede, endodontide sıklıkla kullanılan irrigasyon ajanlarından biri olan sodyum hipokloritin, etki mekanizması ve güncel kullanım alanlarından bahsedilecektir.

Sodyum Hipokloritin Genel Özellikleri Etki mekanizması

NaOCl, bakteriyel enzimlerin sülfidril gruplarında geri dönüşümsüz oksidasyona yol açarak antimikrobiyal etki göstermektedir. Ayrıca yüksek pH'sı (kalsiyum hidroksite benzer olarak) bakterilerin sitoplazmik membranında, hücre metabolizması ve lipit peroksidasyonunda bozulmalara yol açmaktadır⁸.

Hipoklorit solüsyonlarının antibakteriyel özellik-

*Kırıkkale Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi AD.

**Kırıkkale Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Pedodonti AD.



leri, doku çözme kapasiteleri ve kostik potansiyelleri, konsantrasyonları ile doğru orantılıdır. Daha düşük pH ve yüksek konsantrasyonlarda NaOCl'nin etkinliği artmaktadır^{9,10}. Düşük pH'da NaOCl'nin toksisitesinin artacağı gösterilmiş ve ideal pH'ın 11-12 olması gerektiği belirtilmiştir¹¹.

Doku çözücü özelliği

Birçok araştırma, antimikrobiyal özelliğe sahip olma, periapikal dokulara toksik etki göstermeme, suda çözünürlük ve organik doku çözme gibi 4 ideal özelliğe sahip bir irrigan bulmak amacıyla yapılmıştır. Tüm bu özellikleri taşıyan ideal bir irrigandan bahsedilememesine rağmen¹², NaOCl nekrotik doku ve smear tabakasının organik komponentini çözebilme yeteneği ile irriganlar arasında eşsiz bir yere sahiptir¹³. NaOCl'nin, uygun konsantrasyonda kullanıldığında etkili bir proteolitik ajan olduğu söylenebilir. Belirtilen sitotoksik özelliğine karşın, solüsyonun etkin olan en düşük konsantrasyonunun kullanılması önerilmektedir¹⁴.

Grossman ve Meiman¹⁵, %5'lik NaOCl'nin 20 dakikadan 2 saate kadar değişen sürelerde organik dokuyu çözdüğünü bildirmişlerdir. Hand ve arkadaşları¹⁶, NaOCl solüsyonunun seyreltilmesinin doku çözme gücü üzerindeki etkilerini incelemişler, %2.5'lik NaOCl solüsyonunun, %5.25'lik NaOCl'nin yaklaşık üçte biri kadar etkili olduğunu, %1 ve % 0.5'lik NaOCl solüsyonlarının ise nekrotik dokuya etki yapmadığını belirtmişlerdir. Moorer ve Wesselink¹⁷ ise, organik doku çözme özelliğinin organik dokunun miktarı, irrigasyon sıklığı ve dokunun yüzey alanı gibi 3 faktöre bağlı olduğunu rapor etmişlerdir.

Naenni ve arkadaşları¹³ yaptıkları çalışmada, %1'lik NaOCl, %10'luk klorheksidin (CHX), hidrojen peroksit, perasetik asit ve sitrik asitin doku çözücü özelliklerini karşılaştırmışlardır. Solüsyonlar arasında sadece NaOCl'nin doku çözücü etkisi olduğu gösterilmiştir. Siqueira ve arkadaşları¹⁸, %5,25'lik NaOCl'nin pulpa dokusunu çözme ve kök kanalındaki bakterileri öldürmede oldukça etkili olduğunu, ancak bu konsantrasyonda solüsyonun toksik olduğunu bildirmişlerdir.

Antimikrobiyal etkisi

Endodontik patojenlerin, pulpal ve periapikal hastalıklarda primer etyolojik faktör olduğu bilinmektedir¹⁹. Enfekte kök kanal sistemi içindeki bakteriler, apikal foramen ya da dentin tübülleri aracılığıyla ekstraradiküler bölgeye invaze olabilmekte, bakteriyel biyofilm formasyonunu takiben, kronik apikal periodontitis oluşumunda rol oynamaktadırlar²⁰. Kök-kanal sis-

teminin kompleks ve dinamik mikrobiyolojik ortamında mekanik temizlikle birlikte, etkili bir antibakteriyel solüsyonun seçimi kritik önem taşımaktadır²¹.

NaOCl, geniş spektrumlu antibakteriyel bir ajandır. Literatürde bu solüsyonun, kök kanalındaki tüm mikroorganizmaları 1 dakika veya daha kısa süre içinde tahrip edebileceğinden bahsedilmektedir¹².

Gomes ve arkadaşları²² tarafından endodontik enfeksiyonlardan sorumlu tutulan başlıca patojen olan *E.faecalis*é karşı çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanan NaOCl (%0.5, 1, 2.5, 4 ve 5.25) ve CHX'in (%0.2, 1 ve 2) etkinlikleri değerlendirilmiştir. Tüm solüsyonlar farklı zamanlarda *E.faecalis*é karşı öldürücü etki göstermiştir. Benzer bir çalışmada irrigasyon solüsyonu olarak kullanıldığında %2'lik CHX jel ve %5,25'lik NaOCl'nin antibakteriyel özelliklerinin benzer olduğu bildirilmiştir²³. Başka bir çalışmada ise, %5.25 ve %1.25 olmak üzere farklı konsantrasyonlardaki NaOCl ve %2'lik CHX'in jelin antibakteriyel etkinlikleri karşılaştırılmış, %5.25'lik NaOCl ve %2'lik CHX'in jel kullanılan örneklerde irrigasyondan hemen sonra ve enstrümantasyondan 7 gün sonra *E.faecalis* sayısında önemli düşüş saptanırken, %1.25'lik NaOCl kullanılan örneklerde ise bakteri sayısı ancak enstrümantasyon yapıldıktan sonra azaltılabilmıştır²⁴.

Endodontik tedavilerde, NaOCl kullanılması gereken optimum konsantrasyon konusunda farklı görüşler mevcuttur. Zehnder⁵ ile Christensen ve arkadaşları²⁵ tarafından antibakteriyel etkinlik için NaOCl'nin %1'lik konsantrasyonunun yeterli olduğu belirtilmektedir. Siqueira ve arkadaşları¹⁸ tarafından; kanal içi mikroorganizmaların yok edilmesinde %1'lik NaOCl'nin %5'lik NaOCl kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Ancak Berber ve arkadaşlarının²⁶ %0.25, %2.5 ve %5.25'lik NaOCl'nin *E.faecalis*é karşı etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmada en etkili solüsyonun %5.25'lik konsantrasyona sahip olan NaOCl olduğu bildirilmiştir.

Operatif debrisin kaldırılması ve hemostazın sağlanması

Endodontide operatif debrisin kaldırılması ve hemoraji kontrolü, bakteriyel mikrosızıntıyı elimine etmede kritik bir basamaktır²⁷. Enfekte doku ve hücrelerin uzaklaştırılarak kavitenin dezenfeksiyonu, kapaklama materyali ile pulpanın temasını sağlamakta, pulpal iyileşmeyi ve dentin köprüsü oluşumunu hızlandırmakta, böylece bakteriyel mikrosızıntıyı azaltmaktadır^{27,28}.

NaOCl'nin pulpa kapaklamalarında kullanımının, organik biofilmden arınmış, temiz bir kavite elde



edilmesinde ve kan pıhtısının kaldırılmasında avantaj sağladığı çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir^{29,30}. %5.25'lik NaOCl kullanımının ve vital dentin tübüllerine ve ekspoz pulpaya ek bir hasar vermediği belirtilmektedir²⁹.

Matsuo ve arkadaşları³⁰ direkt pulpa kapaklamalarında hasta yaşının, diş tipinin (post-ant), termal uyarıların, perküsyonun, pulpal ekspoz çapının başarı oranlarıyla ilgisi olmadığını göstermiştir. Kontrol edilebilecek tek önemli değişkenin ekspozür alanında meydana gelen kanamanın kontrolü ve operatif debristen arınmış temiz bir kavite elde edilmesi olduğu tahmin edilmiştir. Bu konuda tavsiye edilen ajan %10'luk NaOCl olmuştur. Elias ve arkadaşları³¹, direkt pulpa kapaklamasında %2.5'lik NaOCl kullanımının, kanama kontrolü ve ekspoz alanının temizliği açısından avantajlı olduğunu, NaOCl'nin pulpal iyileşmeyi olumsuz yönde etkilemeyen, biouyumlu bir ajan olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde Accorinte ve arkadaşları²⁹; kuafaj tedavilerinde NaOCl kullanımını, ekspozür bölgesi yakınındaki mikroorganizma sayısını azaltma ve organik doku artıklarını kaldırma açısından tavsiye etmişlerdir.

Biyofilmin kaldırılması

Endodontik biyofilm; mikroorganizmaların kök kanalına tutunmalarına, besin alışverişine ve gelişmelerine olanak sağlayan matriks yapısıdır. Kaynağı; primer olarak tükürükteki planktonik organizmalardır³². Nekrotik pulpal dişlerin özellikle apikal bölgelerinde biyofilm içinde yaşayan mikroorganizmaların, mekanik ve kimyasal temizlikten etkilenmeyip ve inatçı enfeksiyonlara yola açabilecekleri bilinmektedir³³.

Clegg ve arkadaşları³⁴, 3 farklı konsantrasyonda NaOCl (%6, %3, %1), %2'lik CHX ve MTAD (mixture of tetracycline, acid, detergent)'nin apikal dentin biyofilmine etkisini *in vitro* olarak değerlendirmişlerdir. Bulgulara göre %6'lık NaOCl biyofilmi kaldıran ve mikroorganizmaları elimine eden tek irrigan olmuştur. Benzer şekilde Giardino ve arkadaşları³⁵, %5.25'lik NaOCl ve MTAD'nin biyofilmdeki *E.faecalis*'e karşı etkinliğini değerlendirmiş, %5.25'lik NaOCl'nin biyofilm bütünlüğü bozan ve kaldıran tek solüsyon olduğu rapor edilmiştir. Başka bir çalışmada %1'lik ve %6'lık NaOCl'nin biyofilmdeki *E.faecalis*'e karşı etkisinin CHX, MTAD, REDTA'dan üstün olduğu belirtilmiştir³⁶.

Sodyum Hipokloritin Diğer İrrigasyon Solüsyonlarıyla Birlikte Kullanımı

Klorheksidin

Klorheksidin, kök kanal sisteminde bulunan patojenler üzerine antimikrobiyal aktiviteye sahip bir ajandır³⁷. Vianna ve arkadaşlarının³⁸ klorheksidin ile NaOCl'i karşılaştırdıkları bir çalışmada *E.faecalis*'in eliminasyonunda CHX'in, NaOCl kadar etkili olduğu bildirilmiştir. Ancak Estrela ve arkadaşlarının yaptıkları başka bir çalışmada ise her iki irrigasyon solüsyonunun *E.faecalis*'in eliminasyonunda düşük etki gösterdiği bildirilmiştir³⁹.

Klorheksidin doku artıklarını çözme yeteneğinin olmaması ve NaOCl'nin antibakteriyel etkinliğinin artırılması düşüncesi iki solüsyonun birlikte kullanımını gündeme getirmiştir³⁷. %0,2'lik CHX ve %2,5'lik NaOCl ile birlikte kullanımının değerlendirildiği bir çalışmada bu kombinasyonun iyi bir antimikrobiyal ve doku çözücü özelliğe sahip olduğu, ancak smear tabakasını uzaklaştırmada yetersiz kaldığı bildirilmiştir⁴⁰. Klorheksidin ve NaOCl'nin kombine kullanımının dişlerde renk değişikliğine yol açtığı ve çökelti oluşturduğu saptanmıştır⁴¹. Yapılan bir *in vitro* çalışmada bu iki irrigasyon solüsyonunun kombine kullanımının *E.faecalis*'e karşı klorheksidin tek başına kullanımından daha etkili olmadığı bildirilmiştir⁴².

Cetrexidine

Cetrexidine, %0.2 klorheksidin glukonat ve %0.2 setrimit karışımıdır⁴³. Setrimit, klorheksidin glukonatin yüzey geriliminin düşerek kanal boyunca akışının kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte antiseptik solüsyonların antimikrobiyal etkisini de arttırmaktadır⁴⁴. Cetrexidine ile irrigasyonun, olguların %80'inde kesin bir dezenfeksiyon sağladığı ve smear tabakasını ortadan kaldırdığı iddia edilmektedir⁴⁵.

NaOCl ve cetrexidinin antimikrobiyal etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, %5.25'lik NaOCl kullanılan grupta ikinci seansta aerop bakterilerden %88, anaerop bakterilerden %56 oranında negatif kültür elde edilmiştir. Bununla birlikte %2'lik klorheksidin ve cetrexidinin antibakteriyel etkilerinin eşit olduğunu ve her iki solüsyonun antibakteriyel etkinliğinin %5.25'lik NaOCl'den anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir⁴⁵.

EDTA (etilen diamin tetraasetik asit)

EDTA, kök kanal dentinini yumuşatan, smear tabakasını çözen ve dentin geçirgenliğini arttıran bir ajandır⁴⁶. EDTA'nın smear tabakasının inorganik ele-



mentlerini çözdüğü, NaOCl'nin ise organik komponentleri uzaklaştırdığı bilinmektedir. Bu yüzden birlikte kullanımı düşünülmüştür^{37,47}.

NaOCl ve EDTA'nın birlikte kullanıldığı bir çalışmada, *E.faecalis*'in eliminasyonunda NaOCl ve EDTA'nın kombine kullanımının NaOCl'nin ardından EDTA kullanımından daha etkili olduğu bildirilmiştir⁴⁸. Bununla birlikte, NaOCl ve EDTA kombinasyonu kök dentininin mineral içeriğinin değişmesine neden olmuştur⁴⁷. Valera ve arkadaşları⁴⁹, %2,5'lik NaOCl ile %2'lik klorheksidin solüsyonunun ardından uygulanan %17'lik EDTA ve salin solüsyonlarının etkisini SEM analizi ile değerlendirdikleri bir çalışmada, bu kombinasyonun kök kanal duvarlarında daha temiz bir yüzey oluşturduğunu rapor etmişlerdir.

MTAD (mixture of tetracycline, acid and detergent)

MTAD, tetrasiklin izomeri, asetik asit ve deterjan karışımından oluşmaktadır. Smear tabakasını kaldıran ve *E.faecalis*'e karşı etkili olan bir ajandır⁵⁰. H₂O₂, NaOCl, CHX ve EDTA'ya göre düşük sitotoksik etki gösterir⁵¹.

MTAD ile NaOCl'nin birlikte kullanıldığı bir çalışmaya göre; MTAD ile NaOCl solüsyonunun, EDTA ile NaOCl solüsyonuna göre daha düşük etki gösterdiği bildirilmiştir⁵². Aynı şekilde MTAD, %6'lık NaOCl ve %2'lik CHX'e göre daha düşük antifungal etki göstermiştir⁵³.

Hidrojen peroksit

Antimikrobiyal etkinliği yüksek olan hidrojen peroksitin, etkinliğinin sülfidril gruplarının oksidasyonu sonucunda, proteinlere, lipitlere ve yüzey membranına çift bağlanması sonucunda meydana geldiği ileri sürülmektedir⁵⁴.

Sodyum hipoklorit ve hidrojen peroksitin irrigasyonda ard arda kullanılmasıyla iki solüsyonun birbiriyle reaksiyonu sonucu oksijen ve klorür açığa çıkmaktadır^{44,55}. Açığa çıkan oksijenin anaerob mikroorganizmalara etkili olduğu savunulmuştur. Bu etkinin dişte ağartıcı bir etki yaptığı, dentin kanal ağızlarını açarak kanal içi ilaçların etkisini arttırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte, kanal içinde meydana gelen köpürmenin, debrislerin kanal dışına çıkarılmasında etkili olacağı düşünülmüştür⁵⁵.

Yapılan bir çalışmada, %3'lük hidrojen peroksit ve %1'lik NaOCl kombinasyonunun *E.faecalis* üzerindeki etkisinin tek başına %1'lik NaOCl'den daha iyi olmadığı bildirilmiştir. Bununla beraber klorheksidin ve

hidrojen peroksit kombinasyonlarının kullanımının yalnızca klorheksidin kullanımına göre daha etkili olduğu iddia edilmektedir⁵⁶.

Svec ve Harrison⁵⁷, çekilmiş ve kanalları boşaltılmış tek köklü dişlerin bir grubuna yalnızca %5.25'lik NaOCl diğer grubuna %3'lük H₂O₂ ve %5.25'lik NaOCl uygulamışlardır. Etkinlik açısından iki grup arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bildirilmiştir.

Sodyum Hipokloritin Etkinliği ile İlişkili Faktörler

Sodyum hipokloritin etkinliği; solüsyonun konsantrasyonu, dokuların solüsyona maruz kalma süresi, ısı ve saklama koşulları gibi faktörlere bağlıdır.

Solüsyonun konsantrasyonu

Sodyum hipoklorit endodonti pratiğinde %0.5- %10 arasındaki çeşitli konsantrasyonlarda kullanılmaktadır⁴⁴. NaOCl'nin hangi konsantrasyonda daha etkin antimikrobiyal aktivite gösterdiğine dair ortak bir görüş bulunmamaktadır⁵⁸. Bir çalışmada, %0.5 ile %5 arasında antimikrobiyal etkinlik açısından bir fark olmadığını belirtilirken⁵⁹, sulandırıldığında etkisinin belirgin olarak azaldığı ileri sürülen çalışmalar da vardır^{18,60-62}.

Kök kanallarının biyomekanik preparasyonu kısa süreli bir işlem olduğu için, solüsyonun antimikrobiyal etkisinin büyük oranda konsantrasyona bağlı olduğu düşünülebilir. Sodyum hipoklorit ile temas eden organik materyaller, solüsyon içerisindeki serbest klorin miktarının azalmasına neden olur. Bu olay antimikrobiyal aktivitenin azalmasına neden olacaktır. Özellikle düşük konsantrasyonlarda bu etki daha belirgin olarak gözlenmektedir⁴⁴. Yüksek konsantrasyonlu NaOCl'nin klorin rezervuarı görevi görmesiyle daha güvenilir bir antimikrobiyal etki sağlanabileceği ileri sürülse de, Hauman ve arkadaşları, düşük konsantrasyonlu solüsyonlarla sık ve bol irrigasyon yapmanın da aynı mikrobiyal etkiyi gösterdiğini bildirmişlerdir⁶³.

Sodyum hipokloritin konsantrasyonunun artması, vital dokular üzerindeki toksik etkisini de arttırdığı için dezavantaj oluşturmaktadır. Chang ve arkadaşları⁶⁴ NaOCl'nin 0.01'lik konsantrasyonlarda bile toksik etkileri olduğunu bildirmişlerdir.

Dokuların solüsyona maruz kalma süresi

Kök kanal sisteminde kullanılacak solüsyonların konsantrasyonunun yanında uygulama süresi de oldukça önemlidir⁴⁴. Düşük konsantrasyonlarda NaOCl'nin etki süresi uzarken yüksek konsantrasyonlarda etki süresi kısalmaktadır⁶⁵. Gomes ve arkadaş-



ları⁶², kan difüzyon testi kullanarak yaptıkları çalışmada *E.faecalis* kültüründe %100 ölümün gerçekleşmesi için geçen süreyi %0.5 NaOCl'de 30 dk., %5.25 NaOCl'de ise 30 sn. olarak bulmuşlardır.

NaOCl'nin farklı solüsyonlarının *E.faecalis* üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada %0.5'lik NaOCl'nin, 30 dk.'da, %1'in 10 dk.'da, %2.5'in 5dk. ve %5.25'in ise 2 dk.'da *E.faecalis*'i tamamen elimine ettiğini bildirmişlerdir⁶⁵.

Sıcaklık

Kök kanal sisteminde NaOCl'nin antimikrobiyal etkinliğini arttırmak ve doku çözme kapasitesini geliştirmek için solüsyonun sıcaklığının artırılması düşünülmüştür⁵. Ancak sıcaklığın sodyum hipokloritin doku çözücü özelliği ve antimikrobiyal özelliği üzerine yapılan bir çalışmada, 45 santigrad derecede %1 ve 20 santigrad derecede % 5.25'lik sodyum hipoklorit solüsyonlarının doku çözme kapasitelerinin eşit olduğunu göstermişlerdir⁶⁶.

Raphael ve arkadaşları⁶⁷, 21 ve 37 santigrad derecede %5.25'lik NaOCl'nin *E.faecalis*, *S.aureus* ve *P.aeruginosa* üzerindeki antimikrobiyal etkinliğinde bir farklılık yaratmadığını hatta azalttığını tespit etmişlerdir. Literatüre bakıldığında NaOCl'nin sıcaklığının artırılarak kullanımını destekleyen klinik bir çalışma bulunamamıştır.

Saklama koşulları

Sodyum hipoklorit solüsyonlarının yarı ömürleri 500 gün olarak belirtilmekle birlikte, bu solüsyonların kimyasal stabiliteyi; ısı, ışık, konsantrasyon, pH, metal iyonları, organik materyal ve CO₂'den etkilenmektedir⁴⁴. Solüsyonun aktif olarak kullanılabilmesi için ideal saklama ve hazırlama koşullarına uyulması önemlidir⁶⁸. Görünür ışık, solüsyonun aktif klor içeriğinde kayba neden olmaktadır. Bu nedenle solüsyonlar opak cam, beyaz plastik, yüksek yoğunluklu polietilen, fiberglas içinde saklanmalıdır. Solüsyonun stabilitesi açısından sulandırmada distile su kullanılmalıdır⁴⁴.

Radcliffe ve arkadaşları⁶⁵, stokta bekleyen solüsyonların konsantrasyonlarının ilk hazırlanan solüsyona göre %10 azaldığını, bu nedenle solüsyonun taze olarak hazırlanması gerektiğini bildirmişlerdir.

SONUÇ

NaOCl, hem Gram pozitif hem Gram negatif mikroorganizmalara etkili geniş spektrumlu antibakteriyel bir ajandır. Non-spesifik olarak organik dokuları

çözebilmesi ve mikrobiyal biyofilmi kaldırabilen tek irrigan olması nedeniyle önemlidir. Çalışma alanının dezenfeksiyonu ve hemostatik amaçlı kullanımı sodyum hipoklorite olan ilgiyi artırmaktadır. Uygun konsantrasyonlarda hazırlanan, uygun koşullarda saklanan ve yeterli sürelerde uygulanan sodyum hipokloritin farklı irrigasyon solüsyonlarıyla birlikte kullanımı kök kanal sisteminde bulunan mikroorganizmalar üzerinde maksimum etkiyi göstermektedir. Bilinen yan etkilerine karşın uygun konsantrasyonda ve özenli kullanımıyla endodontik tedavilerden maksimum yarar sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposure of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1965;18:340-8.
2. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod* 1992;18:427-30.
3. Çiçek E, Bodrumlu E. Yeni geliştirilen irrigasyon solüsyonunun ve farklı irrigantların yüzey geriliminin değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg* 2013;21:318-23.
4. Peters OA, Laib A, Gohring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high resolution computed tomography. *J Endod* 2001;27:1-6.
5. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-98.
6. Frai S, Ng YL, Gulabivala K. Some factors affecting the concentration of available chlorine in commercial sources of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 2001;34:206-15.
7. Hoffman PN, Death JE, Coates D. The stability of sodium hypochlorite solutions. In: Collins CH, Allwood MC, Bloomfield SF, Skinner FA, eds. *Disinfectants: Their Use and Evaluation of Effectiveness*. London; Academic Press: 1981. p. 77-83.
8. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan M, Pecora J. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J* 2002;13:113-7.
9. Camps J, Pommel L, Aubut V, Verhille B, Satoshi F, Lascola B, et al. Shelf life, dissolving action, and antibacterial activity of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg Oral Med Oral*



- Pathol Oral Radiol Endod 2009;108:e66-73.
10. Rossi-Fedele G, Doğramaci EJ, Guastalli AR, Steier L, de Figueiredo JA. Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *J Endod* 2012;38:426-31.
 11. Caliskan MK. Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:242-8.
 12. Mohammadi Z. Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J* 2008;58:329-41.
 13. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J Endod* 2004;30:785-7.
 14. Zhu WC, Gyamfi J, Niu LN, Schoeffel GJ, Liu SY, Santarcangelo F, et al. Anatomy of sodium hypochlorite accidents involving facial ecchymosis - a review. *J Dent* 2013;41:935-48.
 15. Grossman LI, Meiman BW. Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc* 1941;28:223-5.
 16. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978;4:60-4.
 17. Moorer WR, Wesselink PR. 110th year Nederlands Tijdschrift voor Tandheelkunde. 2. Root canal treatment, intra-canal disinfectants and bacterial culture: past and present. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2003;110:178-80.
 18. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima KC. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod* 2000;26:331-4.
 19. Nair PNR, Sjögren U, Krey G, Kahnberg K-E, Sundqvist G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopy follow-up study. *J Endod* 1990;16:580-8.
 20. Noiri Y, Ehara A, Kawahara T, Takemura N, Ebisu S. Participation of bacterial biofilms in refractory and chronic periapical periodontitis. *J Endod* 2002;28:679-83.
 21. Carson KR, Goodell GG, McClanahan SB. Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens. *J Endod* 2005;31:471-3.
 22. Gomes BP, Martinho FC, Vianna ME. Comparison of 2.5% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine gel on oral bacterial lipopolysaccharide reduction from primarily infected root canals. *J Endod* 2009;35:1350-3.
 23. Sassone LM, Fidel R, Fidel S, Vieira M, Hirata Jr R. The influence of organic load on the antimicrobial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine in vitro. *Int Endod J* 2003;36:848-52.
 24. Oliveira DP, Barbizam VB, Trope M, Teixeira FB. In vitro antibacterial efficacy of endodontic In vitro antibacterial efficacy of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:702-6.
 25. Christensen CE, McNeal SF, Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *J Endod* 2008;34:449-52.
 26. Berber VB, Gomes BP, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA, et al. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *Int Endod J* 2006 39:10-7.
 27. Hafez AA, Kopel HM, Cox CF. Pulpotomy reconsidered: application of an adhesive system to pulpotomized permanent primate pulps. *Quintessence Int* 2000;31:579-89.
 28. Tsuneda Y, Hayakawa T, Yamamoto H, Ikemi T, Nemoto K. A histopathological study of direct pulp capping with adhesive resins. *Oper Dent* 1995;20:223-9.
 29. Accorinte ML, Loguercio AD, Reis A, Muench A, De Araujo VC. Response of human pulp capped with a bonding agent after bleeding control with hemostatic agents. *Oper Dent* 2005;30:147-55.
 30. Matsuo T, Nakanishi T, Shimizu H, Ebisu S. A clinical study of direct pulp capping applied to caries-exposed pulps. *J Endod* 1996;22:551-6.
 31. Elias RV, Demarco FF, Tarquinio SB, Piva E. Pulp responses to the application of a self-etching adhesive in human pulps after controlling bleeding with sodium hypochlorite. *Quintessence Int* 2007;38:e67-77.
 32. Donlan MR, Costerton W. Biofilms: Survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 2002;15:167-93.



33. Bowden GH, Hamilton IR. Survival of oral bacteria. *Crit Rev Oral Biol Med* 1998;9:54-84.
34. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentine biofilms in vitro. *J Endod* 2006;32:434-7.
35. Giardino L, Ambu E, Savoldi E, Rimondini R, Cassanelli C, Debbia EA. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and Tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod* 2007;33:852-5.
36. Ozok AR, Wu MK, Luppens SB, Wesselink PR. Comparison of growth and susceptibility to sodium hypochlorite of mono- and dual-species biofilms of *Fusobacterium nucleatum* and *Peptostreptococcus* (micromonas) micros. *J Endod* 2007;33:819-22.
37. Yıldırım C. Kök kanal irrigasyonunda güncel yaklaşımlar. *Gülhane Tıp Derg* 2012;54:178-82.
38. 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.
39. Estrela C, Silva JA, de Alencar AH, Leles CR, Decurcio DA. Efficacy of sodium hypochlorite and chlorhexidine against *Enterococcus faecalis*-a systematic review. *J Appl Oral Sci* 2008;16:364-8.
40. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod* 1998;24:472-6.
41. Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod* 2007;33:966-9.
42. Homayouni H, Majd NM, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R, et al. The Effect of Root Canal Irrigation with Combination of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate on the Sealing Ability of Obturation Materials. *Open Dent J* 2014;8:184-7.
43. D'Arcangelo C, Varvara G, De Fazio P. An evaluation of the action of different root canal irrigants on facultative aerobic-anaerobic, obligate anaerobic, and microaerophilic bacteria. *J Endod* 1999;25:351-3.
44. İşbeceren S. Kök kanallarının Dezenfeksiyonu ve İrrigasyon Solüsyonları. Ankara Üniv Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Pedodonti Anabilim Dalı, Seminer 2007.
45. Oncag O, HosgoR M, Hilmioglu S, Zekioglu O, Eronat C, Burhanoglu D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *Int Endod J* 2003;36:423-32.
46. Hulsman M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 2003; 36: 810-30.
47. Serper A, Calt S, Dogan AL, Guc D, Ozcelik B, Kuraner T. Comparison of the cytotoxic effects and smear layer removing capacity of oxidative potential water, NaOCl and EDTA. *J Oral Sci* 2001;43:233-8.
48. Soares JA, Roque de Carvalho MA, Cunha Santos SM, Mendonça RM, Ribeiro-Sobrinho AP, Brito-Júnior M, et al. Effectiveness of chemomechanical preparation with alternating use of sodium hypochlorite and EDTA in eliminating intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm. *J Endod* 2010;36:894-8.
49. Valera MC, Chung A, Menezes MM, Fernandes, CE, Carvalho CA, Camargo SE, et al. Scanning electron microscope evaluation of chlorhexidine gel and liquid associated with sodium hypochlorite cleaning on the root canal walls. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e82-7.
50. Torabinejad M, Shabahang S, Aprecio RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod* 2003;29:400-3.
51. Yasuda Y, Tatematsu Y, Fujii S, Maeda H, Akamine A, Torabinejad M, et al. Effect of MTAD on the differentiation of osteoblast-like cells. *J Endod* 2010;36:260-3.
52. Rahimi S, Janani M, Lotfi M, Shahi S, Aghbali A, Pakdel MV, et al. A Review of Antibacterial Agents in Endodontic Treatment. *Iran Endod J* 2014;9:161-8.
53. Kho P, Baumgartner JC. A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/BioPure MTAD versus NaOCl/ EDTA against *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2006;32:652-5.
54. Heling I, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J* 1998;31:8-14.
55. Shiozawa A. Characterization of reactive oxygen species generated from the mixture of NaClO and H2O2 used as root canal irrigants. *J Endod* 2000;26:11-5.



56. Heling I, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J* 1998;31:8-14.
57. Svec TA, Harrison JW. Chemomechanical removal of pulpal and dentinal debris with sodium hypochlorite and hydrogen peroxide vs normal saline solution. *J Endod* 1977;3:49-53.
58. Sundqvist G, Figdor D, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:86-93.
59. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985;18:35-40.
60. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J* 1997;30:335-42.
61. Ayhan H, Sultan N, Cirak M, Ruhi MZ, Bodur H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. *Int Endod J* 1999;32:99-102.
62. 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.
63. Hauman CH, Love RM. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int Endod J* 2003;36:75-85.
64. Chang YC, Huang FM, Tai KW, Chou MY. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on cultured human periodontal ligament cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;92:446-50.
65. Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, et al. 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.
66. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod* 2005;31:669-71.
67. Raphael D, Wong TA, Moodnik R, Borden BG. The effect of temperature on the bactericidal efficiency of sodium hypochlorite. *J Endod* 1981;7:330-4.
68. Briseno BM, Wirth R, Hamm G, Standhartinger W. Efficacy of different irrigation methods and concentrations of root canal irrigation solutions on bacteria in the root canal. *Endod Dent Traumatol* 1992;8:6-11.

Yazışma Adresi

Dr. Abidin Talha MUTLUAY
Kırıkkale Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabilim Dalı
KIRIKKALE
Tel: 312 837 6263
E-mail: abidintalhamutluay@kku.edu.tr

