

Özgün araştırma makalesi

Etilendiamin tetraasetik asit, perasetik asit ve etidronik asitin sodyum hipokloritin doku çözme kapasitesi üzerine etkisi: *in vitro*

Özgür İlke Atasoy Ulusoy,¹ İlke Gaye Savur,¹

Bülent Çelik²

¹Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, ²İstatistik Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmanın amacı %18 etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), %2 perasetik asit (PAA) ve %9 etidronik asit (HEBP) solüsyonlarının, sodyum hipokloritin (NaOCl) organik doku çözücü aktivitesi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Dana kas dokusundan benzer ağırlık ve boyutta 60 adet örnek elde edildi. Doku örnekleri gözenekli kağıt üzerinde kurutuldu ve hassas tartı ile tartıldı. Örnekler sırasıyla: (1) 2 mL %2.5 NaOCl, (2) 1 mL %5 NaOCl + 1 mL %18 EDTA, (3) 1 mL %5 NaOCl + 1 mL %2 PAA, (4) 1 mL %5 NaOCl + 1 mL %9 HEBP solüsyonlarına daldırıldı. Daha sonra örnekler kurutuldu ve tekrar tartıldı. Test solüsyonlarında bekletilen her örneğin ağırlık kaybı 30. ve 60. dakikalarda ölçüldü. Veriler, one-way ANOVA ve *post-hoc* Tukey testleri ile istatistiksel olarak analiz edildi

BULGULAR: Sodyum hipoklorit (%5) ve %18 EDTA'nın birlikte kullanımı, her iki zaman diliminde de diğer gruplarla karşılaştırıldığında en az doku eritme kapasitesine sahipti. ($p<0.001$). Etidronik asit (%9) solüsyonu kullanımı da, NaOCl'nin doku çözücü kapasitesini azalttı. En yüksek doku ağırlık düşüş değerleri 30. dakikada NaOCl + PAA grubundan elde edildi ($p<0.001$). Altmış dakikanın sonunda ise en fazla doku çözücü etkiyi NaOCl ve NaOCl + PAA grupları gösterdi ($p<0.001$); bu iki grup arasında anlamlı bir fark yoktu ($p=0.169$).

SONUÇ: EDTA ve HEBP, NaOCl'nin doku eritme kapasitesini düşürdü. PAA, NaOCl'nin organik doku çözme yeteneği üzerine olumsuz etki göstermedi.

ANAHTAR KELİMELEER: Diş pulpası; perasetik asit; sodyum hipoklorit

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Atasoy Ulusoy Öİ, Savur İG, Çelik B. Etilendiamin tetraasetik asit, perasetik asit ve etidronik asitin

sodyum hipokloritin doku çözme kapasitesi üzerine etkisi: *in vitro*. Acta Odontol Turc 2017;34(2):50-4

EDİTÖR: Güven Kayaoğlu, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2017 Atasoy Ulusoy ve ark. Bu eserin yayını hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Sodyum hipoklorit (NaOCl), birçok klinik avantajından dolayı kök kanal tedavisinde en yaygın kullanılan irrigasyon solüsyonlarından biridir. Sodyum hipokloritin en çok istenen özelliklerinden biri endodontik tedavi boyunca pulpa dokusunu çözebilme etkisinin bulunmasıdır. Serbest klor içeriğinin NaOCl'nin bu yumuşak doku çözücü özelliğinden sorumlu olduğu düşünülmektedir.^{1,2}

Sodyum hipoklorit, kök kanalında bulunan organik artıkları kaldırma yeteneğine sahiptir. Fakat, smear tabakayı oluşturan inorganik talaşlar, ancak bir şelatör veya bir asit gibi dekalsifiye edici ajanlar tarafından kaldırılabilir.^{3,4} Bu sebeple, kök kanal tedavisinde antimikrobiyal aktivitenin artırılması ve smear tabakanın etkili bir şekilde kaldırılması için, NaOCl ve farklı demineralize edici materyallerin birlikte kullanımı önerilmektedir.⁵ Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), kök kanal duvarlarından smear tabakayı uzaklaştırma da en yaygın kullanılan şelasyon ajanlarından biridir ve kök kanal tedavisi boyunca NaOCl ile birlikte kullanımı önerilir. Fakat, NaOCl ve EDTA'nın birlikte kullanımı, NaOCl'nin serbest klor oranını düşürerek NaOCl'nin organik doku çözme kapasitesini ve antimikrobiyal özelliğini zayıflatmaktadır.⁶

Etidronik asit olarak da bilinen A1-hidroksietiliden-1, 1-bifosfonat (HEBP), NaOCl ile birlikte kullanıldığında smear tabakayı etkili bir biçimde çözmektedir.⁷ Girard ve ark. %18 HEBP ve %1 NaOCl'nin birlikte kullanımının ardından, HEBP'nin NaOCl'ye ait serbest klor oranında yalnızca sınırlı bir azalmaya sebep olduğunu belirtmiştir.⁸ Ayrıca etidronik asitin kök dentini üzerinde

Makale gönderiliş tarihi: 18 Ekim 2016; Yayına kabul tarihi: 13 Aralık 2016
*İletişim: Dr. Özgür İlke Atasoy Ulusoy, Endodonti AD, Diş Hekimliği Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 82. Sokak, 06510, Emek, Ankara, Türkiye;
E-posta: ilkeatasoy@yahoo.com

EDTA'dan daha az agresif olduğu ileri sürülmüştür.⁵

Perasetik asitin (PAA) %0.5 ile %2.25 arasında değişen konsantrasyonlardaki kullanımının kök kanal dentin duvarlarından smear tabakayı kaldırmada etkili olduğu ve EDTA ile benzerlik gösterdiği ortaya konmuştur.^{4,5} PAA'nın içerisindeki asetik asitin kalsiyum ile kompleks oluşturduğu ve bu şekilde smear tabakayı elimine etmekte sorumlu olduğu belirtilmiştir.⁴ Perasetik asit solüsyonları ideal bir kök kanal irrigasyonunun sahip olması gereken antibakteriyel, sporisidal ve antiviral özelliklere sahiptir.⁹ Ayrıca, PAA'nın tek başına kullanıldığında da NaOCl'ye yakın bir doku çözücü aktivitesinin bulunduğu yakın tarihli bir çalışmada bildirilmiştir.¹⁰ Ancak, bugüne kadar PAA ile NaOCl arasındaki kısa dönem etkileşim araştırılmamıştır.

Grawehr ve ark.⁶ kalsiyum şelasyon potansiyeli, serbest klorür miktarı, doku eritme kapasitesi ve antimikrobiyal etkinlikleri değerlendirerek EDTA ve NaOCl'nin sulu çözeltiler içerisindeki etkileşimlerini incelemiştir. Ancak, HEBP ve PAA gibi diğer şelasyon ajanlarının NaOCl'nin organik doku çözme kapasitesi üzerindeki etkileri bugüne kadar araştırılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, NaOCl ile NaOCl+EDTA, NaOCl+PAA, NaOCl+HEBP kombinasyonlarının doku çözme aktivitelerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmamızın sıfır hipotezi, EDTA, HEBP ve PAA'nın NaOCl'nin doku çözücü özelliği üzerinde herhangi bir etkisinin olmamasıdır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Yaklaşık olarak 8 mm uzunluğunda ve 2 mm kalınlığında 60 adet örnek cerrahi bıçak yardımıyla dana kas dokusundan elde edildi. Her bir örnek bir gözenekli kağıt üzerinde kurutuldu ve ağırlıkları hava geçirmez bir kabın içerisindeki Precisa XB 220A (Precisa, Gravimetrics AG, Dietikon, İsviçre) hassas tartı kullanılarak ölçüldü. Örneklerin ağırlıkları yaklaşık olarak 30 ± 2 mg'ye standardize edildi. Ağırlıkların kaydedilmesinin ardından, örnekler her biri 15 örnek içerecek şekilde rastgele 4 farklı deney grubuna ayrıldı. Deney gruplarında bulunan kas doku örnekleri, aşağıdaki solüsyonlara yerleştirildi:

1. Grup: 2 mL %2.5 NaOCl
2. Grup: 1 mL %5 NaOCl + 1 mL %18 EDTA
3. Grup: 1 mL %5 NaOCl + 1 mL %2 PAA
4. Grup: 1 mL %5 NaOCl + 1 mL %9 HEBP

Ticari bir firmadan %60 konsantrasyona sahip etidronik asit (HEBP) solüsyonu tedarik edildi (Kod: H6773; Sigma Aldrich, St Louis, MO, ABD). Solüsyon %9 ağırlık/hacim oranı elde edilene kadar yüksek saflıkta su ile karıştırıldı. Elde edilen irrigasyon solüsyonu deneysel kullanım öncesi oda sıcaklığında cam şişede saklandı.

Perasetik asit solüsyonu %36-40 konsantrasyona sahip olarak ticari bir firmadan tedarik edildi (Kod: 433241; Sigma Aldrich). Bu solüsyon, %2 ağırlık/hacim oranına sahip PAA solüsyonu elde edecek şekilde deionize su ile seyreltilti. Solüsyon buzdolabında 4 °C'de saklandı ve kullanım öncesi oda sıcaklığına getirildi. Yüzde 5 ve %2.5 NaOCl (Wizard, Rehber Kimya, İstanbul, Türkiye), ve %18 EDTA (Ultradent, South Jordan, UT, ABD) solüsyonları verilen konsantrasyonlarda ticari firmalardan satın alındı.

Çift solüsyonun kullanıldığı gruplarda, solüsyonlar tek tüp içerisinde eşit miktarda karıştırıldı. Her örnek, 2 mL test solüsyonu içeren test tüpüne yerleştirildi ve bu solüsyonda 30 dk boyunca bekletildi. Daha sonra örnekler tüplerden çıkartıldı, su ile 30 sn boyunca durulandı, kurutuldu ve tekrar tartıldı. Tartılan örnekler taze olarak tekrar hazırlanmış aynı test solüsyonunu içeren tüplere kondu. Otuz dk bekleme süresinin ardından, örnekler tüpten çıkartıldı, distile su ile yıkandı, gözenekli kağıtlar yardımıyla kurutuldu ve ağırlıkları hava geçirmez kabın içerisindeki hassas tartı kullanılarak tekrar ölçüldü. Test solüsyonuna maruz kalındıktan sonra oluşan ağırlık değişimi orijinal ağırlığa bölündü ve 100 ile çarpıldı. Böylece her örnek için 30 dk ve 60 dk test solüsyonuna maruz bırakıldıktan sonraki doku ağırlık düşüşü hesaplandı.

Veriler SPSS Version 15.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi. Tüm değişkenler için tanımlayıcı değerler (ortalama ve standart sapma) kullanıldı. Gruplar arasındaki farkı incelemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve *post-hoc* Tukey testleri uygulandı. Zaman noktaları arasındaki farkı incelemek için eşli örneklem t-testi kullanıldı; 0.05 değerinin altındaki p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Tüm irrigasyon solüsyonları, test gruplarındaki doku örneklerinde ağırlık düşüşüne sebep oldu. Dört test grubunun 30. ve 60. dk sonundaki doku ağırlığındaki düşüş yüzdelerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de özetlenmiştir. Gruplar arasındaki istatistiksel farkları gösteren *post-hoc* Tukey test sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir. Tüm gruplarda 60 dk ardından oluşan doku ağırlık kaybı yüzdesi, 30 dk ardından oluşan kayıp yüzdesinden istatistiksel olarak anlamlı şekilde fazlaydı ($p < 0.001$). Her grup için iki zaman noktası arasındaki doku ağırlık kaybındaki farklılık Şekil 1'de gösterilmektedir. Doku ağırlıklarında en az düşüş değerleri her iki zaman noktası için de NaOCl+EDTA grubundan elde edildi (5.1 ± 5.2 ve 11.6 ± 6.6). Otuz dk ardından NaOCl+PAA, diğer solüsyonlara göre önemli derecede daha fazla doku çözdü ($p < 0.001$). Ancak, 60 dk ardından en fazla doku ağırlık düşüşü tek başına kullanılan NaOCl ve NaOCl+PAA grubundan elde edildi. Bu bulgulara dayanarak, sıfır hipotez reddedildi.

Tablo 1. Deney gruplarındaki ağırlık düşüş yüzdelerinin ortalama ve standart sapmaları (n=15)

Gruplar	30 dk	60 dk	P-değeri (t-test)
NaOCl	16.9 ± 5.7 a	58.2 ± 8.1 a	<0.001
NaOCl+EDTA	5.1 ± 5.2 b	11.6 ± 6.6 b	<0.001
NaOCl+PAA	41.0 ± 6.6 c	52.6 ± 7.6 a	<0.001
NaOCl+HEBP	14.0 ± 8.4 a	24.2 ± 7.1 c	<0.001
P-değeri (ANOVA)	<0.001	<0.001	

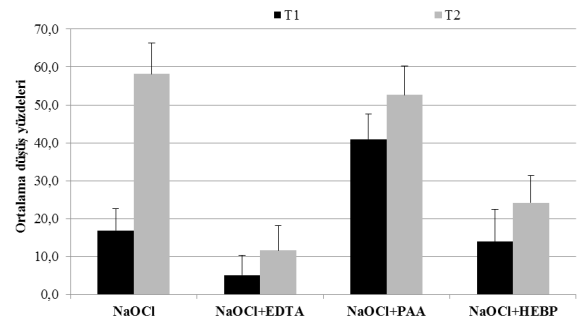
Her sütun için farklı harfler gruplar arasındaki istatistiksel farkı belirtmektedir ($p<0.05$). NaOCl: sodyum hipoklorit, EDTA: etilendiamin tetraasetik asit, PAA: perasetik asit, HEBP: etidronik asit

TARTIŞMA

Kök kanallarının enstrümantasyonu sırasında organik dokuların çözünmesini sağlamak ve dezenfeksiyon süresini uzatmak amaçlarıyla NaOCl kullanımı önerilmektedir.¹¹ Smear tabakanın inorganik kısmını uzaklaştırmak için NaOCl ile birlikte, dekalsifiye edici ajanların kullanımı tercih edilmektedir. Ancak, bu amaçla en sık uygulanan ajan olan EDTA'nın NaOCl ile birlikte kullanımı, NaOCl'in serbest klor miktarını azaltmakta ve böylece NaOCl'in doku çözme kapasitesi ve antimikrobiyal etkisini düşürmektedir.^{6,7} Bu çalışmada serbest klor miktarı direkt olarak incelenmemiş olsa da, sonuçlar bu azalmayı doğrulamaktadır. NaOCl'in tek başına kullanımı doku örneklerini, EDTA ve NaOCl karışımının kullanımına göre çok daha etkin çözmüştür.

EDTA'nın aksine, HEBP'nin NaOCl'ye ait klor miktarında doza bağlı hafif bir düşüşe sebep olduğu raporlanmıştır.⁹ Bu sebeple, HEBP'nin, EDTA'ya bir alternatif olarak kullanılabilirliği düşünülmüştür.^{7,8} Bu sonuçların aksine, bu çalışmada 1:1 NaOCl+HEBP karışımı sınırlı bir doku ağırlık düşüşü göstermiştir. Bu sonuç %9'luk HEBP'nin de NaOCl'in çözme etkinliğini azalttığına işaret edebilir. Bu sebeple, NaOCl ve HEBP kombinasyonunda, HEBP'nin çözeltideki serbest klor oranını koruma konusunda EDTA'ya herhangi bir üstünlük sağlamadığı görülmüştür. Konsantrasyonu %9'un altında bulunan etidronik asit solüsyonlarının NaOCl'in çözme özelliği üzerindeki etkisi daha az olabilir. Ancak, diğer çalışmalarda etkin smear tabaka eliminasyonu için önerilen en düşük HEBP konsantrasyonu %9'dur.¹²

Bu çalışmada karışım halinde kullanılan solüsyonların serbest klor oranlarını ölçmek yerine, doku çözücü



Şekil 1. İki zaman noktasındaki doku ağırlık düşüş yüzdeleri. T1 = 30 dk, T2 = 60 dk. NaOCl: sodyum hipoklorit, EDTA: etilendiamin tetraasetik asit, PAA: perasetik asit, HEBP: etidronik asit.

potansiyelleri değerlendirilmiştir. Bunun nedeni daha önceki çalışmalarda doku çözme potansiyeli ile serbest klor arasındaki ilişkinin zaten doğrulanmış olmasıdır.^{1,6} İrrigasyon solüsyonlarının çözme kapasitesi serbest klor miktarı ile direkt olarak ilgili olsa da, pH, alkalın kapasite, sürfaktan varlığı ve konsantrasyon gibi etkili olabilecek diğer faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır.^{13,14}

Konsantrasyonu %2.25 olarak ayarlanan PAA solüsyonunun smear tabakayı uzaklaştırma konusunda %17'lik EDTA'ya benzer olduğu bildirilmiştir.⁵ Fakat bizim bilgilerimize göre NaOCl'in çözme kapasitesi üzerindeki PAA etkisini inceleyen bir çalışma yoktur. Bu çalışmada, %2'lik PAA kullanımının, NaOCl'in eritme kapasitesi üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi saptanmamıştır. Ayrıca, 30 dk ardından PAA+NaOCl grubundaki doku ağırlığındaki düşüş NaOCl grubundan fazla olmuştur. PAA'nın organik doku çözme kabiliyetini değerlendirmek bu çalışmanın amacı olmasa da, Tanomaru-Filho ve ark.¹⁰ yaptıkları çalışmada PAA'nın belli derecede yumuşak doku çözme kapasitesine sahip olduğunu bildirilmiştir. Bu özellik NaOCl'in organik doku çözme yeteneğine katkıda bulunmuş olabilir. Şelasyon oluşturan materyalin konsantrasyonu, smear tabaka uzaklaştırmada etkili olduğu kadar, NaOCl'in çözme aktivitesini de etkileyen bir faktör olarak düşünülmelidir. Diğer çalışmalarda %2.25 konsantrasyonlu PAA kullanımının ağız mukozası için kostik etkili olduğu tespit edilmiştir.¹⁵ Mevcut bulgulara göre, ağız mukozasına zarar vermeyecek daha düşük konsantrasyondaki PAA solüsyonlarının da NaOCl'in çözme aktivitesini düşürmeyeceği varsayılmaktadır.

Kök kanal tedavisinde, EDTA son irrigasyon solüsyonu olarak tercih edildiğinde, EDTA ve NaOCl'in ayrı

Tablo 2. Post-hoc Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırma sonuçları

30 dk	NaOCl+EDTA	NaOCl+PAA	NaOCl+HEBP	60 dk	NaOCl+EDTA	NaOCl+PAA	NaOCl+HEBP
NaOCl	<0.001	<0.001	0.615	NaOCl	<0.001	0.169	<0.001
NaOCl+EDTA	1	<0.001	0.003	NaOCl+EDTA	1	<0.001	0.001
NaOCl+PAA	-	1	<0.001	NaOCl+PAA	-	1	<0.001

NaOCl: sodyum hipoklorit, EDTA: etilendiamin tetraasetik asit, PAA: perasetik asit, HEBP: etidronik asit.

ayrı kullanılması önerilmektedir. Bu, iki irrigan arasında oluşabilecek etkileşimi engelleyebilir. Ancak, döner ege sistemleri kullanılarak yapılan kök kanal enstrümantasyonu sırasında, sürtünmeyi engellemek ve kayganlık elde etmek için EDTA jel kullanımı tercih edilmektedir. NaOCl'nin kök kanal preparasyonu sırasında devamlı irrigan olarak kullanılması materyallerin karışmasına sebep olabilir ve bunun sonucunda NaOCl'nin önemli etkileri azalabilir. Bu sebeple, etkileşimin engellenmesinin zor olduğu bu klinik koşullarda EDTA'ya alternatif olarak PAA gibi farklı şelasyon ajanları tercih edilebilir.

Mevcut çalışmada, iki zaman noktası, makul kök kanal enstrümantasyon süreleri düşünülerek seçilmiştir. Tüm gruplar için 60 dk ardından doku ağırlık düşüşü 30 dk'ye göre daha yüksektir. Ancak, her iki zaman noktası arasındaki en büyük doku ağırlık farkı NaOCl grubunda görülmüştür. Otuz dk sonunda en yüksek doku ağırlık düşüşü NaOCl+PAA grubunda görülmüş olsa da, bu karışımın çözme kapasitesi ikinci 30 dk'lik kısımda azalmıştır. Bu sebeple, PAA'nın NaOCl'nin doku çözme yeteneği sürekliliğini zaman içinde etkilediği sonucuna varılabilir.

İrrigasyon solüsyonlarının doku çözme kapasitesini inceleyen çalışmalar, insan pulpası, sığır pulpası, sığır kas dokusu ve domuz palatal mukozasının da içinde bulunduğu farklı kaynaklardan örnekler kullanmıştır.¹⁶⁻¹⁹ Bu çalışmada, ulaşılabilirliği ve kolay standardize edilmişinden ötürü sığır kas dokusu kullanılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulguların klinik açıdan genellemesini kısıtlayan en önemli faktörlerden biri çalışmada dentin dokusunun bulunmayışıdır. Dentinin tamponlayıcı kapasitesinin, irrigasyon solüsyonlarının doku çözücü etkisini azalttığı bildirilmiştir.²⁰ Bu da gerçek klinik koşullarda doku kayıp değerlerinin daha düşük bulunmasına neden olabilir. Aynı şelasyon ajanlarının NaOCl üzerindeki etkilerini, dentin dokusunun bulunduğu gerçek dişlerde değerlendiren ileri çalışmalar gerekmektedir.

Bu çalışmada, %2 PAA ve %5 NaOCl içeren karışım, tek başına %2.5 NaOCl kullanımı ile 60 dk sonunda benzer çözme etkinliği göstermiştir. Fakat, NaOCl doku çözme etkinliğini NaOCl+EDTA ve NaOCl+HEBP karışımlarında kaybetmiştir. İrrigasyon solüsyonları arasındaki etkileşim NaOCl'nin diğer yararlı etkilerini de engelleyebilir. Bu sebeple, başarılı bir irrigasyon rejimi için NaOCl'nin önemli özelliklerini engellemeyen şelasyon ajanları tercih edilmelidir.

SONUÇ

PAA'nın NaOCl'nin organik doku çözme yeteneği üzerine herhangi bir olumsuz etkisi bulunmadı. EDTA ve HEBP kullanımı, NaOCl'nin doku çözme kapasitesini düşürdü. Kök kanal tedavisinde NaOCl kullanılacağı zaman şelasyon ajanı olarak PAA tercih edilebilir.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu çalışmayla ilgili herhangi bir çıkar çatışmalarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Moorer W, Wesselink P. Factors promoting the tissue dissolving capacity of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1982;15:187-96.
2. Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio R, Torabinejad M. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate enterococcus faecalis. *J Endod* 2010;36:520-3.
3. Lester KS, Boyde A. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Br Dent J* 1977;143:359-67.
4. De-Deus G, Souza EM, Marins JR, Reis C, Paciornik S, Zehnder M. Smear layer dissolution by peracetic acid of low concentration. *Int Endod J* 2011;44:485-90.
5. Lottanti S, Gautschi H, Sener B, Zehnder M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and smear layer. *Int Endod J* 2009;42:335-43.
6. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J* 2003;36:411-5.
7. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 2005;31:817-20.
8. Girard S, Paqué F, Badertscher M, Sener B, Zehnder M. Assessment of a gel-type chelating preparation containing 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate. *Int Endod J* 2005;38:810-6.
9. McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 1999;12:147-79.
10. Tanomaru-Filho M, Silveira BR, Martelo RB, Guerreiro-Tanomaru JM. Influence of Concentration and Agitation of Sodium Hypochlorite and Peracetic Acid Solutions on Tissue Dissolution. *J Contemp Dent Pract* 2015;16:876-9.
11. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-98.
12. De-Deus G, Zehnder M, Reis C, Fidel S, Fidel RA, Galan J Jr, et al. Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. *J Endod* 2008;34:71-5.
13. 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.
14. Jungbluth H, Marending M, De-Deus G, Sener B, Zehnder M. Stabilizing sodium hypochlorite at high pH: effects on soft tissue and dentin. *J Endod* 2011;37:693-6.
15. Kühfluck I, Klammt J. Suitability of peracetic acid for root canal disinfection. *Stomatol DDR* 1980;30:558-63.
16. Ballal NV, Mala K, Bhat KS. Effect of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on the dissolution of human pulp tissue-an *in vitro* study. *Int Endod J* 2011;44:353-6.
17. Cobankara FK, Ozkan HB, Terlemez A. Comparison of organic tissue dissolution capacities of sodium hypochlorite and chlorine dioxide. *J Endod* 2010;36:272-4.
18. Dutta A, Saunders WP. Comparative evaluation of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite on soft-tissue dissolution. *J Endod* 2012;38:1395-8.
19. Aubut V, Pommel L, Verhille B, Orsiere T, Garcia S, About I, et al. Biological properties of a neutralized 2.5% sodium hypochlorite solution. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:e120-5.
20. Slutzky-Goldberg I, Hanut A, Matalon S, Baev V, Slutzky H. The effect of dentin on the pulp tissue dissolution capacity of sodium hypochlorite and calcium hydroxide. *J Endod* 2013;39:980-3.

The effects of ethylenediamine tetraacetic acid, peracetic acid, and etidronic acid on the tissue dissolution capacity of sodium hypochlorite: *in vitro*

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of this study was to evaluate the effects of 18% ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA), 2% peracetic acid (PAA), and 9% etidronic acid (HEBP) on the organic tissue dissolution activity of sodium hypochlorite (NaOCl).

MATERIALS AND METHOD: Sixty samples with similar weight and dimensions were obtained from bovine muscle tissue. The tissue samples were blotted dry on filter paper and weighed with a precision balance. The specimens were immersed in following solutions: (1) 2 mL 2.5% NaOCl, (2) 1 mL 5% NaOCl + 1 mL 18% EDTA, (3) 1 mL 5% NaOCl + 1 mL 2% PAA, (4) 1 mL 5% NaOCl + 1 mL 9% HEBP. The specimens were then dried and weighed again. The

weight loss of each specimen incubated in the test solutions was measured at 30 and 60 min. The data were statistically analyzed with one-way ANOVA and *post-hoc* Tukey tests.

RESULTS: Use of NaOCl (5%) together with 18% EDTA resulted in minimal tissue dissolution capacity compared to the other groups at both time points ($p<0.001$). The tissue dissolution capacity of NaOCl was also affected by 9% HEBP. The greatest tissue weight reduction values were obtained in the NaOCl+PAA group at 30 minutes ($p<0.001$). At 60 min, NaOCl and NaOCl+PAA groups exhibited the greatest tissue dissolution capacity ($p<0.001$); no significant difference was found between these two groups ($p=0.169$).

CONCLUSION: EDTA and HEBP decreased the tissue dissolution capacity of NaOCl, whereas PAA did not have any negative effect on the ability of NaOCl to dissolve the organic tissue.

KEYWORDS: Dental pulp, peracetic acid, sodium hypochlorite