

ORİJİNAL ARAŞTIRMA

Original Article

Yazışma adresi
Correspondence address

Hayriye Dilara ALTINTAŞ
İhsaniye mahallesi, Can 110 sokak,
No: 2/1A, DT Group Clinics
Nilüfer, Bursa, Türkiye
dilaraaltintas24@gmail.com

Geliş tarihi : 26 Mayıs 2023
Received
Kabul tarihi : 06 Temmuz 2023
Accepted
E-Yayın tarihi : 31 Ağustos 2023
Online published

Bu makalede yapılacak atf
Cite this article as

Altıntaş HD, Keskin C.
İrrigasyon solüsyonlarının kök
kanallarından kalsiyum hidroksit
uzaklaştırma etkinliğinin değerlendirilmesi
Akd Diş Hek D 2023;2(2): 69-75

Hayriye Dilara ALTINTAŞ
İhsaniye mahallesi, Can 110 sokak,
No: 2/1A, DT Group Clinics
Nilüfer, Bursa, Türkiye
ORCID ID: 0009-0002-5439-6322

Cangül KESKİN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı,
Samsun, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8990-4847

İrrigasyon Solüsyonlarının Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırma Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Evaluation of Calcium Hydroxide Removal Efficacy of Irrigation Solutions from Root Canals

ÖZ

Amaç:

Bu çalışmada geleneksel şırınga irrigasyonunda kullanılan çeşitli irrigasyon solüsyonlarının kök kanalının apikal kısmında hazırlanan bir oluktan kalsiyum hidroksit (KH) medikamanını uzaklaştırma etkinlikleri değerlendirilmiştir.

Gereç ve Yöntemler:

Toplam 100 adet tek köklü insan dişinin kronları uzaklaştırılıp, kök uzunlukları standardize edildi. Kökler uzunlamasına ikiye ayrıldı ve her 2 yarımın apikal 1/3'lük kısmına standart oluklar açıldı. KH, 95 örneğin kök kanallarına ve oluklara yerleştirildi, bir hafta bekletildi. Beş örnek pozitif kontrol grubu olarak ayrıldı. Kalan örnekler irrigasyon ajanlarına göre çalışma gruplarına rastgele ayrılarak ($n = 18$); NaOCl (%5.25), EDTA (%17), etanol (%70), glikolik asit (%10) veya sitrik asit (%10) ile irrigasyon iğnesi kullanılarak yıkandı. Her örnekteki oluklar 20X büyütme altında stereomikroskop ile incelendi ve kalan KH Van der Sluis sınıflamasına göre skorlandırıldı. Elde edilen veriler her grubun skor ortalamasını karşılaştırmak için Kruskal-Wallis H testi ile analiz edildi.

Bulgular:

En düşük skor EDTA grubunda saptanırken, EDTA'nın KH uzaklaştırma etkinliği NaOCl, sitrik asit ve etanol ile benzer bulundu ($P > 0.05$). En yüksek skorun saptandığı glikolik asit grubunda KH, uzaklaştırma skorları EDTA ve sitrik asitten anlamlı oranda yüksektir ($P < 0.05$).

Sonuç:

Test edilen solüsyonların geleneksel şırınga irrigasyonunda kullanılmaları sonucu hiçbirinin KH medikamanının tamamen uzaklaştırılmasında başarılı olmadığı görüldü. En iyi skorlar EDTA ve sitrik asit solüsyonlarında tespit edilirken en yüksek skor glikolik asit grubunda tespit edildi.

Anahtar Sözcükler:

Etanol, Etilendiamintetraasetik asit, Glikolik asit, Kalsiyum hidroksit uzaklaştırma, Sitrik asit, Sodyum hipoklorit

ABSTRACT**Objectives:**

In this study, the calcium hydroxide (CH) removal efficiency of various irrigation solutions used with the traditional syringe method from the root canal was evaluated.

Material and Methods:

100 single-rooted, extracted human teeth were selected. The crowns were removed, and the canal length was standardized. The specimens were split longitudinally, and grooves were made in the apical 1/3 of both halves. The root canals of 95 samples were filled with CH and stayed for one week. Five specimens were chosen as the positive control group. The remaining specimens were divided into 5 study groups randomly. The groups were irrigated with NaOCl (5.25%), EDTA (17%), ethanol (70%), glycolic acid (10%), or citric acid (10%) using an irrigation needle. The grooves were examined with a stereomicroscope under 20X magnification, and scored according to the Van der Sluis classification.

Results:

While the lowest score was found in the EDTA group, the CH removal ability of EDTA was similar to that of NaOCl, Citric acid, and ethanol ($P > 0.05$). Glycolic acid group, which has the highest score, removing CH scores are significantly higher than EDTA and citric acid, group ($P < 0.05$).

Conclusions:

None of the tested solutions that were used with needle irrigation completely succeeded in removing CH. While the best scores were detected in EDTA and citric acid solutions, the highest score was determined in the glycolic acid group.

Key Words:

Ethanol, Ethylenediaminetetraacetic acid, Glycolic acid, Calcium hydroxide removal, Citric acid, Sodium hypochlorite

GİRİŞ

Bakteriler periradiküler doku hastalıklarının gelişiminde primer etiyolojik faktör olarak kabul edilmiştir (1). Kök kanal tedavisinin başarısı, pulpal dokuların, dentin debrislerinin ve enfekte mikroorganizmaların kemomekanik preparasyonla uzaklaştırılmasına bağlıdır (1). Kök kanalının dezenfeksiyonunun maksimize edilmesi için çok seans tedavinin tercih edildiği veya kanalın tek seansta doldurulmadığı durumlarda kanala kalsiyum hidroksit (KH) yerleştirilir (2). KH hem antimikrobiyal etkinliğinden ötürü hem de mikroorganizmaların kanala girişine fiziksel bir bariyer teşkil ettiğinden dolayı en çok tercih edilen kanal içi medikamandır (3). Antibakteriyel olması, doku çözücü özelliği, kök rezorpsiyonunu durdurması, tamir işlemini hızlandırması ve sert doku oluşumunu uyarması nedeniyle kullanımı önerilmektedir (4,5). Kök kanal sisteminin üç boyutlu şekilde doldurulmasından önce kanalların KH'ten tam olarak arındırılması gerekir, çünkü kanal duvarlarında

KH varlığı patların sertleşme sürecini bozar ve dentin tübüllerine nüfuz etmesini engeller (6,7). KH'in uzaklaştırılması için önerilen pek çok ajan ve teknik vardır.

Endodontide en çok kullanılan irrigasyon solüsyonu olan sodyum hipokloritin (NaOCl) organik doku çözücü etkisi vardır, nekrotik ve vital dokular üzerinde etkilidir, düşük yüzey gerilimi sebebiyle dentin duvarlarına kolayca difüze olur, mekanik preparasyonda lubrikasyon sağlar (1). Üstün antimikrobiyal özelliği sebebiyle en çok tercih edilen irrigasyon ajanıdır (9,10). Ancak, inorganik dokuları uzaklaştırma özelliğine sahip olmadığı için smear tabakasının ve KH artıklarının uzaklaştırılmasında şelasyon ajanları ile beraber kullanılırlar. Bir şelatör olan etilendiamintetraasetik asit (EDTA) genelde %17'lik konsantrasyonda, final irrigasyonunda smear tabakasının mineralize kısmının uzaklaştırılmasında kullanılır. EDTA'nın antiseptik kapasitesi sınırlı olmasına rağmen, kanal içi mikrobiyomu azaltmada oldukça üstün olduğu açıklanmıştır (1). EDTA'nın uzun dönem dentine temasının erozyona yol açtığını bildiren araştırmacılar kök yapısının zayıflamasına yol açabileceğini öngörmektedirler (11). Bir başka şelatör ajan olan sitrik asit (SA) ise kök kanallarının irrigasyonu ve smear tabakasının uzaklaştırılması amacıyla %1 ile %50 arasında değişen konsantrasyon aralığında kullanılmaktadır (12). %17'lik EDTA'ya göre üstün antimikrobiyal aktivite sunsa da, kimyasal stabilitesi bakımından yetersizdir (13). Yapılan bir çalışmada, (14) %17'lik EDTA ile %10'luk SA'nın dekalsifiye edici aktivitesi konusunda çok fazla fark bulunmadığı gösterilmiştir. Glikolik asit (GA) renksizdir ve yapısındaki 2 karbon atomu suda kolaylıkla çözülebilmelerini sağlar. Özellikle dermatolojik ürünlerin içeriğinde yer alan GA ile ilgili güncel çalışmalar restoratif işlemlerde mine ve dentin pürüzlendirmede kullanılabileceğini ve kök kanal duvarlarından smear tabakası uzaklaştırmada EDTA kadar etkili olduğunu göstermiştir (15,16). Ayrıca, fibroblastlar üzerindeki toksik etkisi EDTA'ya kıyasla daha az bulunmuştur (17). Etanol antimikrobiyal etkinliğe sahiptir ve endodontide irrigasyon solüsyonlarının birbirine karışmasını engellemek amacıyla ve kavite temizliğinde kullanılmaktadır. %70 etanol içeren çözeltinin irrigasyon solüsyonu olarak kullanılmasının saf etanolden, %2.5'lik NaOCl'den ve %17'lik EDTA'dan daha etkili olduğu belirtilmiştir (18).

KH'in kök kanalından uzaklaştırılmasında aktive edilen irrigasyon solüsyonlarının etkinliğinin aktivasyon uygulanmayanlara göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir (8). Aktivasyon faktörü olmadan sadece solüsyonların etkinliklerini değerlendirebilmek için geleneksel şırınga yöntemi kullanılmış çalışmalarda %70'lik etanol'ün apikal bölgedeki etkinliği NaOCl ve EDTA-T'den yüksek bulunmuştur (18). Ancak, literatürde etanol ile GA ve SA'nın aktivasyonsuz KH uzaklaştırma etkinliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışma yoktur. GA'nın kök kanalındaki antimikrobiyal etkisi sitrik asit ve EDTA'dan fazla bulunmuştur ve bu özelliği onu final irrigasyonu için bir alternatif haline getirmiştir (19). İrrigasyon aktivasyonu için gerekli

cihazlara erişim imkanı olmayan klinisyenler için şırınga irrigasyonu kullanarak KH uzaklaştırmak için maksimum verimi sağlayacak irrigasyon solüsyonunun bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada NaOCl, EDTA, SA, GA ve etanol olmak üzere 5 farklı irrigasyon solüsyonunun geleneksel şırınga irrigasyonu ile uygulanmalarının, simüle internal rezorpsiyon kavitelelerinden KH uzaklaştırma etkinliğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Çalışmanın sıfır hipotezi irrigasyon solüsyonları arasında kökün apikal üçlüsünde yer alan bir oluk içerisinden KH medikamanı uzaklaştırmada anlamlı bir farklılık olmayacağı yönünde tasarlandı. Bu çalışmada kök kanalındaki irregüler bir alandan KH uzaklaştırılmasında çeşitli irrigasyon solüsyonlarının etkinlikleri geleneksel şırınga yöntemi kullanılarak karşılaştırıldı. Bu sayede çalışmanın lazer, ultrasonik, sonik gibi aktivasyon seçeneklerine henüz sahip olmayan diş hekimliği öğrencileri, stajyer ve yeni mezun diş hekimleri için daha değerli sonuçlar ve daha ulaşılabilir tedavi seçenekleri sunması amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Çalışma protokolü Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2022/238 numarası ile onaylandı. Çalışma için kullanılacak grup başına düşen minimum örnek büyüklüğü hesaplaması için daha önce yayınlanmış bir çalışmanın etki büyüklüğü kullanılarak G*Power (v3.1; Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany) programında yapılan hesaplama aynı etki büyüklüğüne ulaşılması için minimum 14 örnek kullanılması gerektiğini ortaya koydu (20). Yeni çekilmiş tek köklü insan kesici ve kanin dişleri seçilerek dişlerin meziyobukkal ve bukkolingual yönden radyografileri çekildi. Dilasasyon, rezorpsiyon, fraktür, restorasyon ve kavitasyon saptanan dişler çıkarılarak; düz tek bir kök kanalına sahip 100 adet diş çalışmaya dahil edildi. Dişlerin kronları su soğutması altında elmas diskler kullanılarak uzaklaştırılıp kök kanal boyu uzunluğu 16 ± 1 mm olarak standardize edildi. Diş pulparları 15 nolu K tipi eğe (Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) ile ekstirpe edildi. Kök kanalları NiTi döner eğe sistemi (ProTaper Next, Dentsply Sirona) kullanılarak %5.25'lik NaOCl irrigasyonu altında 50/05 boyutuna kadar prepare edildi. Preparasyon tamamlandıktan sonra kanallar sırasıyla 2 mL %17'lik EDTA, 2 mL distile su ve 2 mL %5.25'lik NaOCl ile yıkandı. Örnekler hızlı sertleşen silikon içine gömüldü ve silikon sertleştikten sonra kalıplardan çıkartılıp uzunlamasına ikiye bölündü. İkiye bölme işleminden sonra kök yarılarının her ikisinin anatomik apeksinden 4 mm koronalde yer alan 1,6 mm çaplı elmas rond frez ile 0.8 mm derinliğinde oluklar açıldı. Kökün her iki yarısı tekrar kalıplara koyulup, kanallar kâğıt kon ile kurutuldu.

Negatif kontrol grubu olarak ayrılan 5 örneğe başka bir işlem uygulanmadı. KH (WooCal, Jefix, Türkiye) toz ve likiti 1:1 oranında karıştırılıp kalan 95 örneğin her bir yarım kök kanal boşluğuna yerleştirildi. Örnekler silikon kalıplara yerleştirildi ve üstleri geçici restorasyon materyali (Cavit, 3M ESPE, Seefeld, Almanya) ile kapatıldı, bir hafta

süresince 37°C 'de ve %100 nemli ortamda tutuldu. Bir hafta sonra geçici restorasyonlar kaldırıldı. Pozitif çalışma grubuna bu aşamadan sonra herhangi bir işlem uygulanmadı. Örnekler bu aşamada random.org kullanılarak 5 çalışma grubuna rastgele olarak ayrıldı ($n=18$).

Geçici restorasyon materyali uzaklaştırıldıktan sonra 15 nolu K tipi eğe (Dentsply Sirona) kullanılarak çalışma boyundan 1 mm kısa olacak derinlikle kanallardaki KH içerisinde irrigasyon iğnesinin yerleşmesi için boşluk açıldı. Birinci çalışma grubundaki örnekler 6 mL NaOCl (%5.25), 2. çalışma grubundaki örnekler 6 mL EDTA (%17), 3. çalışma grubundaki örnekler 6 mL etanol (%70), 4. çalışma grubundaki örnekler 6 mL GA (%10) ve 5. çalışma grubundaki örnekler 6 mL SA (%10) ile sadece çalışma boyundan 2 mm kısa irrigasyon iğnesi kullanılarak yıkandı. Her bir çalışma grubundaki örnekler standart olarak 3 dk boyunca 6 mL solüsyon ile yıkandı. Operatör yanlılığı olmaması için tüm işlemler tek bir klinisyen tarafından uygulandı. Uygulama esnasında hangi irrigasyon solüsyonunun kullanıldığı bilgisi klinisyenden gizlendi.

Her bir örneğin 2 yarısındaki oluklar 20X büyütme altında stereomikroskop ile incelendi. Örnekler, Van der Sluis (21) sınıflamasına göre örneklerin hangi gruba ait olduğunu bilmeyen iki operatör tarafından aşağıda belirtilen şekilde skorlandı:

Skor 0: Hiç artık yok,

Skor 1: Kavitenin yarısından azında artık var,

Skor 2: Kavitenin yarısından fazlasında artık var,

Skor 3: Kavite tamamen artıkla dolu.

Verilerin normal dağılıma uymadığı Shapiro-Wilk testi ile belirlendikten sonra ($P < 0.05$) her bir grubun skor ortalamalarının karşılaştırılması için Kruskal-Wallis H testi %5 anlamlılık düzeyi ile SPSS programında (v 21., SPSS Inc., Chicago, IL, AB) kullanıldı.

BULGULAR

Negatif kontrol grubu ile tüm çalışma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken ($P < 0.05$), pozitif kontrol grubunun ortalama skoru sadece GA grubuyla benzerlik gösterdi ($P > 0.05$). Tablo 1 grupların ortalama skor değerlerini göstermektedir.

Tablo 1. Her bir gruba ait skor değerlerinin tanımlayıcı istatistikleri (ortalama \pm standart sapma)

| Solüsyon | Skor | N |
|----------|-----------------------|----|
| NaOCl | 1.44 ± 0.73^{abc} | 36 |
| EDTA | 1.02 ± 0.65^a | 36 |
| SA | 1.11 ± 0.66^{ab} | 36 |
| GA | 1.91 ± 0.69^c | 36 |
| Etanol | 1.44 ± 0.69^{abc} | 36 |

Tablo 2'de her bir gruptaki skor dağılımı verilmektedir. EDTA, NaOCl, SA ve etanol, skorların ortalaması açısından benzerlik gösterirken ($P > 0.05$); en yüksek skorun saptandığı GA grubu EDTA ve SA'dan anlamlı oranda yüksek skora sahiptir ($P < 0.05$).

Tablo 2. Her bir gruba ait skor dağılımları (%)

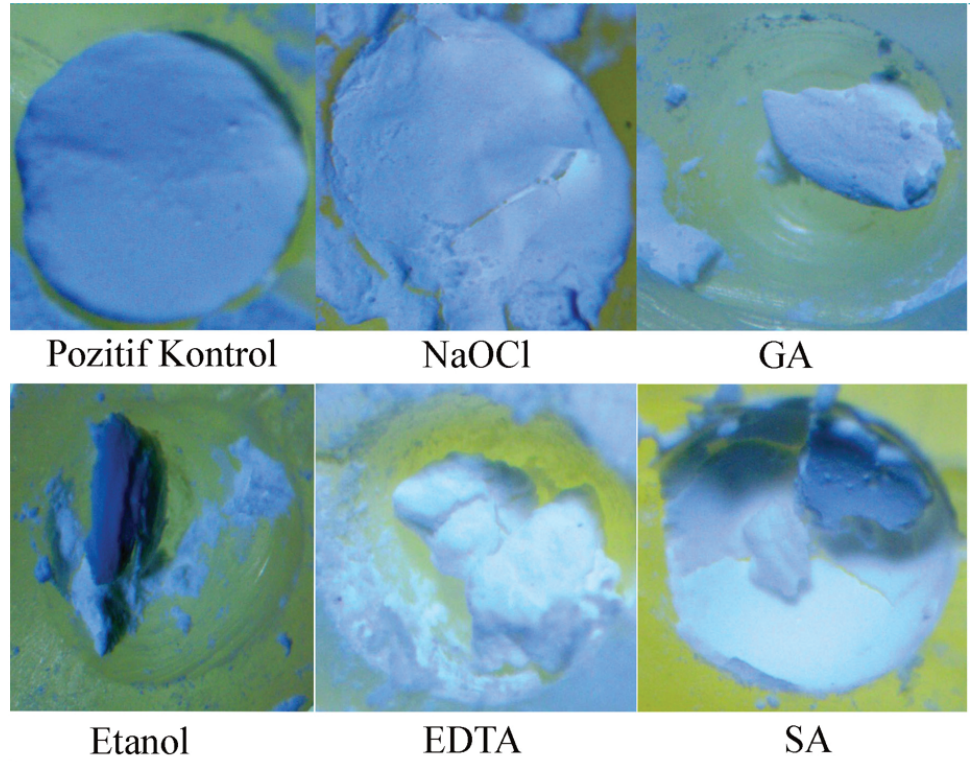
| Solüsyon | Skor | | | | N |
|----------|----------|-----------|-----------|----------|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | |
| NaOCl | 2 (5.6) | 19 (52.7) | 12 (33.3) | 3 (8.4) | 36 |
| EDTA | 7 (19.3) | 21 (58.4) | 8 (22.3) | 0 | 36 |
| SA | 4 (11.1) | 26 (72.2) | 4 (11.1) | 2 (5.6) | 36 |
| GA | 0 | 10 (27.8) | 19 (52.7) | 7 (19.3) | 36 |
| Etanol | 2 (5.6) | 18 (50) | 14 (38.8) | 2 (5.6) | 36 |

TARTIŞMA

Endodontik tedavinin amacı kök kanalını mikroorganizmalardan elimine etmek ve yeniden kontamine olmasını engellemektir. Başarılı bir endodontik tedavi için temizleme, şekillendirme ve apikalde iyi bir tıkaç oluşturmak gereklidir. Kök kanal sisteminin dezenfeksiyonu için ara seanslarda kanallara medikaman uygulanır. En sık tercih edilen kanal içi medikaman olan KH'nin dolumdan önce kanaldan tamamen uzaklaştırılması gerekir. Ancak, KH'i kanaldan uzaklaştırmak kolay değildir ve kalan artıklar endodontik tedavi için güçlük oluştururlar. Çünkü kök kanal sisteminden KH'i tamamen ve öngörülebilir şekilde uzaklaştıracak bir metot yoktur (22-29). KH'i uzaklaştırmak için kullanılan irrigasyon solüsyonlarının konsantrasyonları, sıcaklıkları, uygulanma süreleri ve aktive edilme durumları onların etkinlik düzeylerini etkiler.

Bu çalışmada tek kanallı dişlerin endodontik tedavisinin ara seansında kanallara KH konuldu ve bir hafta bekletildi. Daha sonra örnekler rastgele çalışma gruplarına bölünerek

NaOCl (%5.25), EDTA (%17), etanol (%70), GA (%10) ve SA (%10) ile sadece irrigasyon iğnesi kullanılarak yıkandı, kanallardan KH uzaklaştırma etkinlikleri değerlendirildi. Bu çalışmanın bulgularına göre aktivasyon kullanılmadan uygulanan bu solüsyonların hiçbiri kök kanalındaki KH'i tamamen ve istikrarlı şekilde uzaklaştırmada etkin olamadı. Pozitif kontrol grubunun çalışma grupları arasından sadece GA ile arasında anlamlı farklılık olmaması ayrıca GA grubunun negatif kontrol grubu ile arasında anlamlı farklılık olması GA'nın kök kanalından KH uzaklaştırma etkinliğinin yeterli olmadığını düşündürülebilir. GA ve EDTA arasında anlamlı farklılık olması, ayrıca GA ve SA arasında da anlamlı farklılık olması, GA'nın kök kanalından KH uzaklaştırmada etkisiz olurken SA ve EDTA'nın etkili olduğunu gösterebilir. Ancak, NaOCl-GA, NaOCl-SA, NaOCl-EDTA ikili karşılaştırmalarının hiçbirinde anlamlı farklılık bulunamadı. Ayrıca, GA, SA ve EDTA'nın etanol ile ikili karşılaştırmalarının hiçbirinde de anlamlı farklılık bulunamadı. GA ve pozitif kontrol grubu karşılaştırılmasında aralarında anlamlı farklılık yokken NaOCl'nin GA ve pozitif kontrol grubuyla karşılaştırılması farklı sonuçlar sunmaktadır; NaOCl ile GA grupları arasında anlamlı farklılık bulunmazken NaOCl ile pozitif kontrol grubu arasında anlamlı farklılık bulundu. Benzer şekilde aralarında anlamlı farklılık bulunan EDTA ve GA gruplarının etanol ile karşılaştırmalarında farklı sonuçlar vermemeleri de bulgular arasında tam tutarlılığı ve net bir sonuca varmayı engellemektedir.



Resim 1. İrrigasyon solüsyonları kullanıldıktan sonra kök kanalında kalan medikaman artıkları

Çalışma sonuçlarına göre test edilen irrigasyon solüsyonlarının KH uzaklaştırmasındaki etkinlikleri istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğinden sıfır hipotez reddedildi.

Yapılan bir çalışma (30) %17'lik EDTA, %10'luk SA, %7'lik maleik asit ve %17'lik EDTA+%0,2'lik setrimid kombinasyonunun geleneksel şırınga yöntemiyle kök kanalından KH uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırmıştır. KH uzaklaştırmada EDTA, SA ve maleik asitin verimliliğinde fark olmadığı belirtilmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçlarında da EDTA ve SA'nın kök kanalından KH uzaklaştırma verimliliği arasında anlamlı fark olmadığı bulundu. Yine mevcut çalışma ile benzer şekilde Kenee ve ark. (8) kök kanalından KH uzaklaştırmada geleneksel şırınga yöntemiyle uygulanan NaOCl ve EDTA arasında fark olmadığını bildirmiştir. Keskin ve ark. (31) %5'lik ve %10'luk GA, %10'luk SA ve %17'lik EDTA'nın simüle edilmiş internal rezorpsiyonlu kök kanallarından KH uzaklaştırma etkinliklerini ölçtüğü çalışmada, aktive edilmemiş solüsyonların skorları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. %10'luk GA'nın aktive edildiği grubun KH uzaklaştırmada EDTA'dan daha etkili olduğu belirtilmiştir ($P < 0.05$). %10'luk GA ve %10'luk SA arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Keskin ve ark. (31) yaptığı çalışmada aktivasyonsuz irrigasyon solüsyonlarının hiçbirinin arasında anlamlı farklılık gözlenmezken mevcut çalışmada EDTA-GA ve GA-SA grupları arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir. Dias-Junior ve ark. (18) kök kanalından KH uzaklaştırmada %70'lik etanolün etkisini değerlendirdikleri çalışmada, kanallara konulan KH salin solüsyon ve MAF ile uzaklaştırılmış. Ardından NaOCl, EDTA-T, fosforik asit ve etanol aktive edilmemiş ve pasif ultrasonik yöntemle aktive edilmiş olarak 2 farklı şekilde uygulanarak kanallar temizlenmiştir. Aktive edilmemiş ve aktive edilmiş irrigasyon metotları arasında hiçbir solüsyon için anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Ancak, %70'lik etanol aktivasyonlu ve aktivasyonsuz her iki metot için de kök kanal temizliğinde anlamlı derecede daha etkili bulunmuştur. Aynı şekilde mevcut çalışmada da aktive edilmemiş NaOCl ve etanol grupları değerlendirildiğinde aralarında anlamlı bir fark gözlenmedi. İki çalışmanın bulguları birbirini destekler niteliktedir.

Oluşabilecek operatörle ilişkili yanlışlıkların önüne geçmek için çalışma tek-kör tasarımı yapıldı. Operatör yanlışlığı olmaması için örnekler çalışma gruplarına rastgele ayrıldıktan sonra irrigasyon solüsyonlarını uygulayan operatöre hangi çalışma grubuyla çalışıldığı bilgisi verilmedi. Örneklerin sayıca azlığı ve araştırmanın ağız içindeki dişler yerine çekilmiş dişlerle laboratuvar ortamında yapılmış olması araştırmanın sınırlılıklarıdır.

SONUÇ

Bu *in vitro* çalışmanın sınırları dahilinde, aktivasyon kullanılmadan uygulanan solüsyonların hiçbir kök kanalındaki KH'yi tamamen uzaklaştıramamıştır. KH'yi en iyi uzaklaştıran solüsyonlar EDTA ve SA olurken; en fazla artık medikaman GA grubunda tespit edilmiştir.

Yazarların Katkıları:

Fikir/Kavram: H.D.A.; Tasarım: C.K., H.D.A.; Danışmanlık: C.K.; Laboratuvar işlemleri: H.D.A.; Veri Toplama ve Değerlendirme: H.D.A., C.K.; Kaynak taraması: H.D.A.; Makale yazımı: H.D.A.; Eleştirel değerlendirme: C.K.

Finansman veya Mali Destek:

Bu çalışma için herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması:

Yazarların çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Onayı:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 2022/238 numarası ile çalışmada çekilmiş insan dişlerinin kullanımı onaylanmıştır.

1. Erik CE, Maden M, Çelik G. Endodontide kullanılan irrigasyon solüsyonları. Süleyman Demirel Üniv Sağlık Derg. 2018;9:31-8.
2. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. J Endod. 2002;28:181-4.
3. Yusufoglu SI, Saricam E. Comparative evaluation of apical extrusion debris and irrigation during calcium hydroxide removal and endodontic instrumentation using three types of instrumentation system. J Dent Indones. 2020;27:120-2.
4. Fava LR, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. Int Endod J. 1999;32:257-82.
5. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. Endod Dent Traumatol. 1985;1:170-5.
6. Çalt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. J Endod. 1999;25:431-3.
7. Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. Int Endod J. 2004;37:178-84.
8. Kenee DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. J Endod. 2006;32:563-5.
9. Siqueira JF Jr, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. Int Endod J. 1997;30:279-82.
10. Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006;32:389-98.
11. Ramírez-Bommer C, Gulabivala K, Ng YL, Young A. Estimated depth of apatite and collagen degradation in human dentine by sequential exposure to sodium hypochlorite and EDTA: a quantitative FTIR study. Int Endod J. 2018;51:469-78.
12. Vineet SA, Rajesh M, Sonali K, Mukesh PA. Contemporary overview of endodontic irrigants-a review. J Dent App. 2014;1:105-15.
13. Arslan H, Barutçigil C, Karatas E, Topcuoglu HS, Yeter KY, Ersoy I. et al. Effect of citric acid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots. Eur J Dent. 2014;8:74-8.
14. Scelza MF, Teixeira AM, Scelza P. Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 2003;95:234-6.
15. Cecchin D, Farina AP, Vidal CMP, Bedran-Russo AK. A novel enamel and dentin etching protocol using α -hydroxy glycolic acid: surface property, etching pattern, and bond strength studies. Oper Dent. 2018;43:101-10.
16. Cecchin D, Brighenti I, Bernardi J, Leal L, Souza M, Bedran-Russo, A.K.B. et al. Alpha-hydroxy glycolic acid for root dentin etching: morphological analysis and push out bond strength. Int J Adhes Adhes. 2019;90:138-43.
17. Bello YD, Porsch HF, Farina AP, Souza MA, Silva EJNL, Bedran-Russo AK, et al. Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2019;100:323-29.
18. Dias-Junior LCL, Fonseca de Castro R, Fernandes AD, Reis Guerreiro MY, Silva EJNL, Melo da Silva Brandão J. Final endodontic irrigation with 70% ethanol enhanced calcium hydroxide removal from apical third. J Endod. 2021;47:105-11.
19. Gambin DJ, Leal LO, Farina AP, Souza MA, Cecchin D. Antimicrobial activity of glycolic acid as a final irrigant solution for root canal preparation. Gen Dent. 2020;68:41.
20. Marques-da-Silva B, Alberton C, Tomazinho F et al. Effectiveness of five instruments when removing calcium hydroxide paste from simulated internal root resorption cavities in extracted maxillary central incisors. Int Endod J. 2020;53:366.
21. Van der Sluis L, Wu M, Wesselink P. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized roove in the apical root canal using different irrigation methodologies. Int Endod J. 2007;40:52-7.

22. Alturaiki S, Lamphon H, Edrees H, Ahlquist M. Efficacy of 3 different irrigation systems on removal of calcium hydroxide from the root canal: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2015;41:97-101.
23. Capar ID, Ozcan E, Arslan H, Ertas H, Aydinbelge HA. Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. *J Endod.* 2014;40:451-4.
24. Ma JZ, Shen Y, Al-Ashaw AJ, Khaleel HY, Yang Y, Wang ZJ, et al. Micro-computed tomography evaluation of the removal of calcium hydroxide medicament from C-shaped root canals of mandibular second molars. *Int Endod J.* 2015;48:333-41.
25. Yücel AC, Gürel M, Güler E, Karabucak B. Comparison of final irrigation techniques in removal of calcium hydroxide. *Aust Endod J.* 2013;39:116-21.
26. da Silva JM, Silveira A, Santos E, Prado L, Pessoa OF. Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112:820-4.
27. Dadresanfar B, Abbas FM, Bashbaghi H, Miri SS, Ghorbani F. Intra-canal calcium hydroxide removal by two rotary systems: a comparative study. *J Conserv Dent.* 2015;18:257-60.
28. Donnermeyer D, Wyrsh H, Burklein S, Schaffer E. Removal of calcium hydroxide from artificial grooves in straight root canals: sonic activation using EDDY versus passive ultrasonic irrigation and XP-endo Finisher. *J Endod.* 2019;45:322-6.
29. Marques-da-Silva B, Alberton CS, Tomazinho FSF, Gabardo MCL, Duarte MAH, Vivan RR, et al. Effectiveness of five instruments when removing calcium hydroxide paste from simulated internal root resorption cavities in extracted maxillary central incisors. *Int Endod J.* 2020;53:366-75.
30. Mutluay M. Evaluation of the effectiveness of different irrigation agents in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Curr Res Dent Sci.* 2022;32:266-70.
31. Keskin C, Keleş A, Sarıyılmaz Ö. Efficacy of glycolic acid for the removal of calcium hydroxide from simulated internal Resorption cavities. *Clin Oral Investig.* 2021;25:4407-13.