

Yazışma Adresi
Correspondence Address

Ayşe Nur KUŞUÇAR
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri
Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı,
Afyonkarahisar, Türkiye
aysenurksr@hotmail.com

Geliş Tarihi : 08 Temmuz 2022
Received

Kabul Tarihi : 01 Ağustos 2022
Accepted

E Yayın Tarihi : 23 Aralık 2022
Online published

Bu makalede yapılacak atf
Cite this article as

Kırıcı D, Kuşuçar AN, Kolay D.
Kök kanal şekillendirilmesinde
kullanılan tek eğe resiprokasyon
ve rotasyon sistemlerinin
apikalden taşan debris miktarına
etkisinin karşılaştırılması
Akd Diş Hek. D 2022; 1(2): 76-81

Damla KIRICI
Akdeniz Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı,
Antalya, Türkiye
ORCID ID: 0000-0001-8751-3690

Ayşe Nur KUŞUÇAR
Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri
Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı,
Afyonkarahisar, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-1731-886X

Duygu KOLAY
Akdeniz Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı,
Antalya, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-4660-4291

Kök Kanal Şekillendirilmesinde Kullanılan Tek Eğe Resiprokasyon ve Rotasyon Sistemlerinin Apikalden Taşan Debris Miktarına Etkisinin Karşılaştırılması

The Evaluation of Apically Extruded Debris during Root Canal Preparation Using of Single File Reciprocation and Rotation Systems

ÖZ

Amaç:

Bu çalışmada, alt çene büyük azı dişlerinin meziobukkal köklerinde, WaveOne Gold, Reciproc Blue ve One Curve eğe sistemlerinin kullanımı sürecinde apikalden taşan debris miktarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntemler:

Çalışmada 39 adet alt çene büyük azı dişi kullanılmıştır. Dişler rastgele 3 gruba ayrılmıştır ($n = 13$). Grup 1'de WaveOne Gold, Grup 2'de Reciproc Blue ve Grup 3'te One Curve eğeleri ile üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde kök kanalları şekillendirilmiştir. Deney düzeneğinde apikalden taşan debris miktarı, daha önceden ağırlığı hassas terazi ile tartılmış Eppendorf tüplerinde toplanmıştır. Tüpler içindeki distile suyun buharlaşması için 70 °C'de 5 gün boyunca inkübatörde bekletilmiş, kalan debris ağırlıkları hassas terazi ile tartılarak hesaplanmıştır. Veriler Independent-samples t testi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Bulgular:

Üç grup arasında taşan debris miktarında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. One Curve egesinin gerektirdiği şekillendirme süresi, Reciproc Blue eğelerinden önemli ölçüde daha uzun bulunmuştur ($P < 0.05$). One Curve ve WaveOne Gold arasında preparasyon süreleri açısından önemli fark bulunmamıştır.

Sonuç:

Bu *in vitro* çalışmanın sınırlamaları dahilinde, bütün eğe sistemleri apikalden debris taşmasına neden olmuştur. Taşan debris miktarında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Anahtar Sözcükler:

Debris taşması, One Curve, Reciproc Blue, WaveOne Gold

ABSTRACT

Objective

This study evaluated the amount of apically extruded debris in mandibular molars using WaveOne Gold, Reciproc Blue and One Curve instruments.

Metarials And Methods

Thirty-nine mandibular molars were used. Root canals were prepared using the manufacturer's instructions of Wave One Gold, Reciproc Blue and One Curve rotary single-file systems. The teeth randomly divided into 3 groups ($n = 13$). In group 1, root canals were prepared with Wave One Gold files. In group 2, root canals were prepared with Reciproc Blue files. In group 3, root canals were prepared with One Curve files. Apically extruded material was collected in Eppendorf tubes, which were weighed with a microbalance before and after the preparation. Data were analyzed statistically using Independent-samples t test.

Results:

No significant differences in extruded debris were detected among the three groups. The preparation time required by One Curve instruments was significantly longer than Reciproc Blue instruments ($P < 0.05$). Results in preparation times between One Curve and WaveOne Gold were not significantly different.

Conclusion:

Within the limitations of this *in vitro* study, all groups were associated with debris extrusion from the apex. There was no significant difference among groups in extruded debris.

Key Words:

Apical debris extrusion, WaveOne Gold, Reciproc Blue, One Curve

GİRİŞ

Kök kanal tedavisi, kemomekanik preparasyon yapılarak mikroorganizmaların kök kanallarından uzaklaştırılmasını amaçlamaktadır. Kök kanallarının preparasyonu apikal foramenden debris, mikroorganizma ve irrigasyon solüsyonlarının taşmasına neden olabilmektedir (1). Kök kanal preparasyonu sırasında, debrisin apikalden çıkışı, periapikal dokuda lokalize bir irritasyona ve kök kanal mikrobiyotası ile konak savunması arasındaki dengenin bozulmasına bağlı olarak akut inflamatuvar reaksiyona neden olmaktadır. Bu durum postoperatif ağrıya, inflamasyona, flare-up gelişimine ve iyileşmede gecikmeye sebep olabilmektedir (2). Bu nedenle, taşan debris miktarının önlenmesi, bu komplikasyonların insidansını azaltmak için gerekmektedir (3).

Kök kanal preparasyonunda kullanılan tüm eğe sistemleri ve teknikler apikal foramenden debris çıkışına sebep olmakla birlikte, debris miktarı farklılık göstermektedir (4). Eğelerin tasarımı, hızı, konikliği, kesiti, kullanılan eğe sayısı ve kullanılan irrigasyonların türü gibi çeşitli koşullar taşan debris miktarını etkilemektedir (5). Döner sistem eğeleri ile kanal preparasyonu yapıldığında, el eğelerine göre daha az debris taşıdığı bildirilmiştir (6).

Tek eğe sistemlerinin geliştirilmesi sayesinde, çok adımlı döner eğe sistemleri tek adıma basitleştirilmiştir. Tek eğe sistemleri, hareket tipine göre rotasyon ve resiprokasyon olarak 2 gruba ayrılmaktadır (7).

Reciproc Blue (RB, VDW, Münih, Almanya), resiprokasyon

hareketi ile çalışan tek eğe sistemidir. S şeklinde enine kesit ve 2 kesici kenarıyla mevcut Reciproc (VDW, Münih, Almanya) eğe sistemine benzerdir; fakat eğenin yapısı yeni bir ısı teknolojisi (blue wire) kullanılarak daha esnek hale getirilmiştir. Bu teknik, eğeye mavi bir renk vermiştir (12).

OneCurve (OC, Micro Mega, Besancon, Fransa) eğe sistemi, OneShape (OS, Micro Mega) eğe sisteminin geliştirilmesiyle üretilen tek eğe rotasyon sistemidir. Control memory özelliğine sahip C-Wire tekniğiyle üretilmiştir ve bu teknik, eğe sistemine şekil hafıza özelliği ve önceden eğilendirme özelliği kazandırmıştır. Şekil dizaynında değişken enine kesitler mevcuttur. Uç kısmında triangular, sapa yakın S şeklinde enine kesit göstermektedir.

WaveOne Gold (WOG, Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre), Gold-Wire teknolojisiyle üretilen resiprokasyon hareketi ile çalışan tek eğe sistemidir. Eğenin çapı, konikliği ve enine kesiti modifiye edilerek WaveOne (Dentsply Maillefer) eğe sistemine göre çok daha esnek hale getirilmiştir (10).

Bu çalışmada, alt çene büyük azı dişlerinin meziobukkal köklerinde, WaveOne Gold, Reciproc Blue ve One Curve eğe sistemlerinin kullanımı sürecinde apikalden taşan debris miktarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sıfır hipotezimiz; deneyde kullanılan hiçbir eğe sisteminin apikalden debris taşmasına neden olmayacağıdır.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Çalışmamızda 39 adet alt çene büyük azı dişi kullanıldı. Çürük, rezorbsiyon, kalsifikasyon olan, endodontik olarak tedavi edilmiş veya kırık ve çatlakları olan dişler çalışma dışı bırakıldı. Çalışma için, mezial kökünde Vertucci tip IV kanal anatomisine sahip dişler seçildi. Örneklerin mezial köklerinin iki ayrı forameni olduğunu doğrulamak için her dişin radyografileri alındı. Dişlerin distal kökleri, elmas disk ile separe edildi ve su soğutması altında aeratör kullanılarak elmas frezle boyları 20 mm olacak şekilde dekorone edildi. Standart giriş kaviteleri açıldı ve meziobukkal kanalda #10 no K-tipi el eğesi ile apikal açıklık kontrol edildi ve çalışmaya #10 no K-tipi el eğesinin sıkıştığı dişler dahil edildi. Bu eğenin kök ucunda görüldüğü yerdeki uzunluktan 1 mm çıkarılarak çalışma boyu (ÇB) belirlendi. Daha sonra, 39 diş rastgele 3 farklı deney grubuna ayrıldı ($n = 13$).

Tüm deney gruplarında apikalden taşan debris miktarının değerlendirilmesinde Myers ve Montgomery (11) tarafından uygulanan yöntem kullanıldı. Taşan debrisin toplanması için Eppendorf tüpleri kullanıldı. Başlangıçta, tüplerinin ağırlıkları bir yarı hassas terazi (AP-225WD, Shimadzu, Japonya) kullanılarak hesaplandı. Her tüp 3 kez tartıldı ve ağırlıklarının ortalaması hesaplandı. Her diş, mine-sement birleşimine kadar tüplerinin kapağı delinerek yerleştirildi. İç ve dış hava basınçları, dişlerinin yanına yerleştirilen 27 G bir iğne kullanılarak dengelendi. Örnekleri içeren tüpler daha sonra alüminyum folyo ile kaplanmış şişelere yerleştirildi. Düzenekler oluşturulduktan sonra, kanal preparasyonuna başlandı. Tüm gruplarda #15 no K-tipi eğe ile rehber yol oluşturuldu. Grup 1'de WOG (25/.07) ile WaveOne ALL

modunda, Grup 2’de RB (25/.08) ile Reciproc ALL modunda ve Grup 3’te OC (25/.06) ile 300 rpm/2.5 Ncm hız değerlerinde rotasyon hareketi ile üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde ÇB’da kullanıldı. Tüm preparasyonlar, tek bir klinisyen tarafından X-Smart Plus endodontik motor (Dentsply Maillefer) kullanılarak yapıldı. Tüm dişlerde kanal preparasyonu süresince toplam 10 mL distile su ile irrigasyon yapıldı.

Kanal preparasyonu tamamlandığında iğne ve diş Eppendorf tüpünden ayrıldı. Kök yüzeyine yapışmış debrisleri toplamak için kök yüzeyi 1 mL distile su ile yıkandı. Tüplerin içerisinde bulunan distile suyu buharlaştırıp kuru debris ağırlığını ölçebilmek için tüpler 70 °C de 5 gün süre ile etüvde bekletildi. Her bir örneğin bulunduğu tüp için ardışık 3 ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması alındı. Her tüpün ortalama ağırlığı hesaplandı. Apikalden taşan debrisin ağırlığı, debris içeren tüplerin ağırlığından boş tüplerin ağırlığı çıkarılarak hesaplandı.

Kök kanalı şekillendirilmesinde kullanılan eğeler ile toplam çalışma süresini belirlemek için; eğelerin kanalda kaldıkları süre, irrigasyon süresi, ege değişimi ve eğelerin temizlenmesi sırasında dijital kronometre çalıştırılarak hesaplandı.

Elde edilen veriler Independent-samples t testi kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi. Anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak ayarlandı. Tüm istatistiksel analizler, Windows için SPSS sürüm 20.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, ABD) kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Tüm ege sistemlerinin apikalden debris taşmasına neden olduğu, ancak gruplar arasında apikalden taşan debris miktarında bir farklılık olmadığı görüldü. Gruplara ait taşan debris miktarları Tablo 1’de gösterilmektedir.

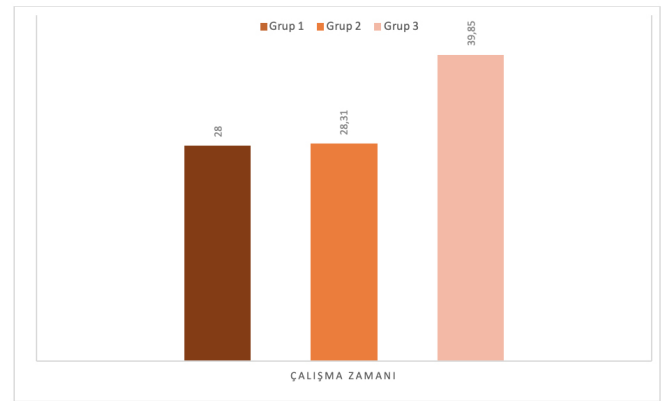
Tablo 1. Gruplara ait apikalden taşan debris miktarları

Gruplar	N	Ort + SS
Grup 1 (WaveOne Gold)	13	0,012388+0,002742 ^a
Grup 2 (Reciproc Blue)	13	0,011378+0,002204 ^a
Grup 3 (One Curve)	13	0,011308+0,0015735 ^a

SS, standart sapma; N, örnek sayısı; Ort, ortalama

OC ege sisteminin gerektirdiği preparasyon süresi önemli ölçüde daha uzun bulundu ($P < 0.05$). RB ve WOG arasında preparasyon süreleri açısından istatistiksel açıdan fark bulunmadı ($P > 0.05$). Şekil 1’de gruplar arasındaki çalışma zaman süreleri gösterilmektedir.

Şekil 1. Gruplara ait çalışma zaman süreleri



TARTIŞMA

Kök kanallarının preparasyonu sırasında meydana gelen debrislerin apikalden taşması, seans sonrası ağrı ve inflamasyonun gelişmesine neden olmakta ve endodontik tedavinin prognozunu olumsuz yönde etkilemektedir (8). Tüm kök kanal preparasyon teknikleri apikalden debris taşmasına neden olmaktadır (9). Preparasyon tekniği, kinematik, kullanılan enstrümanların sayısı, dizaynı ve boyutları gibi değişkenler debris miktarını etkileyebilmektedir (10). Çalışmamızda, yeni teknolojiler kullanılarak üretilmiş tek ege resiprokasyon sistemlerinden; RB ve WOG ve tek ege rotasyon sistemi olan OC kullanılarak kök kanal preparasyonu boyunca apikalden taşan debris miktarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, debris toplamak için Myers ve Montgomery (11) tarafından kullanılan ve literatürde en çok tercih edilen yöntem kullanıldı. Bu yöntemin sınırlamalarından biri periapikal dokular ve kök ucu bölgesindeki basıncın taklit edilememesidir. Literatürde yapılan diğer çalışmalarda (12-14) da olduğu gibi, sodyum hipokloritin kristalizasyonunun taşan debris miktarını etkilememesi için irrigasyonda distile su tercih edildi. Bu şekilde, taşan debris yalnızca eğelerin mekanik aktivitesine bağlanmış oldu. Irrigasyon sırasında, apikalde oluşan basıncın debris taşması riskini arttırmasını önlemek için irrigasyon iğnesi ÇB’den 2 mm daha kısa olarak kullanıldı (15). Çalışmamızdaki ege sistemleri üretici firmanın talimatlarına uygun olarak kullanılıp, standardizasyonu sağlamak için çalışma tek bir klinisyen tarafından yapıldı.

Çalışmanın bulgularına göre her 3 ege sisteminin kullanımı sırasında da apikalden debris taşıdığı görüldü. WOG, RB ve OC grupları arasında apikalden taşan debris miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. Bu sonuçlara göre sıfır hipotezimiz reddedilmiş oldu.

Çalışmamızın sonuçlarından farklı olarak 2019 yılında RB, R-Endo, WOG ve ProTaper Next (PTN) eğelerinin karşılaştırıldığı yapılan bir çalışmada (16), en fazla debris taşıyan ege sisteminin RB olduğu bildirilmiştir.

Yakın tarihli bir çalışmada (17), WOG’un apikalden taşan debris miktarı değerlendirilmiş ve WaveOne (WO) sistemine göre önemli ölçüde daha az apikalden debris taşmasına sebep olduğu bildirilmiştir. Sinha ve ark. (18) 2021 yılında WOG ve One Shape (OS) sistemlerini karşılaştırdıkları çalışma-

larında WOG sistemlerinin daha fazla debris taşıdığı bildirilmiştir. Bonaccorso ve ark. (19) sonuçları da aynı sonuçları bildirmiştir .

Burklein ve ark. (20) resiprokasyon ege sistemlerinin rotasyon sistemlerinden daha fazla debris taşıdığı göstermiştir. Bu sonucu doğrulayan Karataş ve ark. (21) farklı kinematikler ile TFA sistemini kullanarak taşan debris miktarını değerlendirmiş ve devamlı rotasyon hareketinin resiprokasyon hareketinden daha az debris taşması ile ilişkili olduğunu bildirmiştir.

2018'de Uslu ve ark. (12) tarafından yapılan çalışmada RB, Hyflex EDM, XP Endo Shaper eğeleri karşılaştırılmış olup RB en fazla debris taşıyan şekillendirme egesi olarak bulunmuştur . Yakın zamanda yapılan bir çalışmada (22), Reciproc'un PTN ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde daha fazla apikalden debris taşıdığı bildirilmiştir. Resiprokasyon hareketi debris apekse doğru iterken, rotasyon hareketi, debrisin koronal taşınmasını desteklediği düşünülmüştür (20, 23). Diğer taraftan, resiprokasyon ege sistemlerinin daha az debris taşmasına sebep olduğunu bildiren çalışmalar (24, 25) literatürde mevcuttur. Üstün ve ark. (26) ve De Deus ve ark. (24) tarafından yapılan debris taşması çalışmalarında resiprokasyon sistemlerinin daha az debris taşması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Keleş ve ark. (27) farklı ege sistemlerinin apikalden taşan debris miktarı üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmada, en düşük debris miktarının Reciproc, RB ve PTN gruplarında olduğunu ve WO, WOG ve OS gruplarının, Reciproc ve PTN gruplarından önemli ölçüde daha fazla debris taşıdığı bildirilmiştir. Bu durumun resiprokal hareketin, bilinen dengeli kuvvet tekniğini taklit ederek apikalden daha az debris çıkaran bir basınç ile hareket etmesine bağlı olduğu düşünülmüştür (28).

Koçak ve ark. (29) ise bizim çalışmamızın sonuçlarıyla uyumlu olarak resiprokasyon ve rotasyon hareketleri arasında fark bulamamışlardır. Benzer şekilde Silva ve ark. (30), rotasyon (ProTaper Universal) ve resiprokasyon (RB) eğelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bildirmemişlerdir.

Literatürde, kullanılan egeğin koniklik açısının taşan debris miktarı ile ilişkilendiren ve büyük bir konikliğe sahip bir egeğin daha fazla debris taşıdığı bildirilen çalışmalar vardır (17,23). Bizim çalışmamızda 3 ege sistemi de farklı koniklik açılara sahip olup RB; 0.08, WOG; 0.07 ve OC; 0.06 koniklik açısında sahiptir. Fakat çalışmamızda bu durum taşan debris miktarı ile ilişkili bulunmamıştır. Ege sistemlerinde kullanılan eğelerinin sayısının artmasının, apikalden taşan debris miktarındaki artış ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (31). Çalışmamızda kullandığımız 3 ege sistemi de tek egeden oluşmaktadır.

Çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı en uzun süre OC grubunda gözlenmiştir ($P < 0.05$) WOG ve RB arasında çalışma zamanı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Üç sistemin de tek egeden oluştuğu düşünüldüğünde kullanılan eğelerin üretildiği malzemeler ve tasarımları açısından çalışma zamanını etkileyebileceği görülmektedir (32,33).

SONUÇ

Bu *in vitro* çalışmanın sınırlamaları dahilinde, tüm ege sistemleri apikalde debris çıkışına sebep olmuştur fakat aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışma süresi açısından değerlendirildiğinde, en uzun sürenin OC grubunda görülmüştür.

Yazarların Katkısı:

Fikir/Kavram: D.K., A.N.K., D.K.; Tasarım: D.K., A.N.K., D.K.; Denetleme Danışmanlık: D.K., A.N.K., D.K.; Veri Toplama ve İşleme: D.K., A.N.K., D.K.; Kaynak Taraması: D.K., A.N.K., D.K.; Makale Yazımı: D.K., A.N.K., D.K.; Eleştirel İnceleme: D.K.

Finansman veya Mali Destek:

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimi tarafından TSA-2019-5004 kodu ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması:

Yazarların çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Etik Kurul Onay Belgesi:

Bu çalışma için *Etik Kurul Onay Belgesi* alınmasına gerek yoktur.

1. Teixeira JM, Cunha FM, Jesus RO, Silva EJ, Fidel SR, Sassone LM. Influence of working length and apical preparation size on apical bacterial extrusion during reciprocating instrumentation. *Int Endod J.* 2015;48:648-53.
2. Siqueira JF. Microbial causes of endodontic flare-ups. *Int Endod J.* 2003;36:453-63.
3. Torabinejad M, Walton RE. Managing endodontic emergencies. *JADA.* 1991;122:99-103.
4. Tinaz AC, Alacam T, Uzun O, Maden M, Kayaoğlu G. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. *J Endod.* 2005;31:533-5.
5. Radeva EN VR. Comparative study of apically extruded debris and irrigant after using two rotary systems (K3, RACE). *J Int Med Assoc Bulg.* 2014;20:459-63.
6. Ghivari SB, Kubasad GC, Deshpande P. Comparative evaluation of apical extrusion of bacteria using hand and rotary systems : an *in vitro* study. *J Conserv Dent.* 2012;15:32-5.
7. Moazzami F, Khojastepour L, Nabavizadeh M, Seied Habashi M. Cone-beam computed tomography assessment of root canal transportation by neoniti and reciproc single-file systems. *Iran Endod J.* 2016;11:96-100.
8. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J.* 2001;34:354-8.
9. Tanalp J, Gungor T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J.* 2014;47:211-21.
10. Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PMP, Grecca FS. Apically extruded debris in curved root canals using the waveone gold reciprocating and twisted file adaptive systems. *J Endod.* 2018;44:1289-92.
11. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and Canal Master techniques. *J Endod.* 1991;17:275-9.
12. Uslu G, Ozyurek T, Yilmaz K, Gundogar M, Plotino G. Apically Extruded Debris during Root Canal Instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-titanium Files. *J Endod.* 2018;44:856-9.
13. Xavier F, Nevares G, Romeiro MK, Goncalves K, Gominho L, Albuquerque D. Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *Int Endod J.* 2015;48:661-5.
14. Kirchoff AL, Fariniuk LF, Mello I. Apical extrusion of debris in flat-oval root canals after using different instrumentation systems. *J Endod.* 2015;41:237-41.
15. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982;54:323-8.
16. Keskin C, Sariyilmaz E. Apically extruded debris and irrigants during root canal filling material removal using Reciproc Blue, Wave-One Gold, R-Endo and ProTaper Next systems. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2018;12:272-6.
17. Karatas E, Ersoy I, Gunduz HA, Uygun AD, Kol E, Cakici F. Influence of Instruments used in root canal preparation on amount of apically extruded debris. *Artif Organs.* 2016;40:774-7.
18. Sinha S, Singh K, Singh A, Priya S, Kumar A, Kawle S. Quantitative Evaluation of apically extruded debris in root canals prepared by single-file reciprocating and single file rotary instrumentation systems: a comparative *in vitro* study. *J Pharm Bioallied Sci.* 2021;13:S1398-S401.
19. Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schafer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod.* 2009;35:883-6.
20. Burklein S, Bente S, Schafer E. Quantitative evaluation of apically extruded debris with different single-file systems: Reciproc, F360 and OneShape versus Mtwo. *Int Endod J.* 2014;47:405-9.
21. Karatas E, Arslan H, Kirici DO, Alsancak M, Capar ID. Quantitative evaluation of apically extruded debris with Twisted File Adaptive instruments in straight root canals: reciprocation with different angles, adaptive motion and continuous rotation. *Int Endod J.* 2016;49:382-5.
23. Topcuoglu HS, Zan R, Akpek F, Topcuoglu G, Ulsan O, Akti A, Düzgün S., Ağırnaslıgil M. Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. *Int Endod J.* 2016;49:1183-7.

24. Burklein S, Schafer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012;38:850-2.
25. De-Deus G, Neves A, Silva EJ, Mendonca TA, Lourenco C, Calixto C, et al. Apically extruded dentin debris by reciprocating single-file and multi-file rotary system. *Clin Oral Investig.* 2015;19:357-61.
26. Lu Y, Chen M, Qiao F, Wu L. Comparison of apical and coronal extrusions using reciprocating and rotary instrumentation systems. *BMC Oral Health.* 2015;15:92.
27. Ustun Y, Canakci BC, Dincer AN, Er O, Duzgun S. Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems. *Int Endod J.* 2015;48:701-4.
28. Keles A OE, Uysal S, Tuncel B, Uyanik O, Nagas E. Comparison of apically extruded debris associated with different nickel-titanium systems. *Cumhur Dent J.* 2019;22:192-7.
29. Grande NM, Ahmed HM, Cohen S, Bukiet F, Plotino G. Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: a comprehensive review-part i: historic perspectives and current applications. *J Endod.* 2015;41:1778-83.
30. Kocak S, Kocak MM, Saglam BC, Turker SA, Sagsen B, Er O. Apical extrusion of debris using self-adjusting file, reciprocating single-file, and 2 rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2013;39:1278-80.
31. da Silva E, de Moura SG, de Lima CO, Barbosa AFA, Misael WF, Lacerda M, Sassone LM. Shaping ability and apical debris extrusion after root canal preparation with rotary or reciprocating instruments: a micro-CT study. *Restor Dent Endod.* 2021;46:e16.
32. Silva EJ, Sa L, Belladonna FG, Neves AA, Accorsi-Mendonca T, Vieira VT, Dedeus G., Moreira EJ. Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. *J Endod.* 2014;40:2077-80.
33. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Ertas H. An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with ProTaper Universal, ProTaper Next, Twisted File Adaptive, and HyFlex instruments. *J Endod.* 2014;40:1638-41.
34. Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC,. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating nickel-titanium instruments according to the root canal anatomy. *Scanning.* 2014;36:246-51.