Dental Sciences Journal of International
Uluslararası Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi

Araştırma Research

Tekrarlayan Endodontik Tedavide Kullanılan Farklı Ni-Ti Enstrüman Sistemlerinin Oluşturduğu Apikal Debrisin Karşılaştırılması

Comparison of The Amount of Apical Debris Extrusion Acquired with Different Ni-Ti Systems During Endodontic Retreatment

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, döner eğe retreatment sistemi, resiprokal sistem ve adaptif sistem nikel titanyum rotary enstrümanlar kullanılarak kök kanal dolgu maddesinin çıkarılması sırasında apikal olarak ekstrüze edilen debris miktarının değerlendirilmesidir.

Gereç ve Yöntemler: 45 adet çekilmiş tek köklü mandibular premolar dişler rotary eğe sistemi kullanılarak prepare edilecek kök kanal patı ve ısıtılmış gutta perka ile dolduruldu. Dişler, kanal dolgusunun sökümü için rastgele 3 gruba ayrıldı. Kanal dolgusunun sökümü sırasında: rotary tekrarlayan tedavi sistemi, resiprokal sistem ve adaptif sistemleri kullanıldı. Kanal dolgu malzemesinin sökülmesi sırasında apikal olarak ekstrüze edilen debris önceden tartılmış Ependorf tüplerine toplandı. Tüpler daha sonra 5 gün 70 derece bir inkübatörde depolandı. Kuru ekstrüze debrisin ağırlığı, her grup için Ependorf tüplerinin tedavi sonrası ve tedavi öncesi ağırlığı çıkarılarak oluşturuldu. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi ve Tukey post hoc testleri kullanılarak analiz edildi.

Bulgular: Tüm deney gruplarının apikalden debris ekstrüzyonu oluşturmasına rağmen, Adaptif sistemin daha az debris taşırdığı görülmüştür ($p<0.001$).

Sonuç: Adaptif sistem, debris ekstrüzyonuna daha az neden olması nedeniyle, tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Apikal Ekstrüzyon, Debris, Tekrarlayan Tedavi, Extrusion.

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study is to evaluate the amount of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using nickel titanium rotary retreatment system, reciprocal system and adaptive system.

Material and Methods: 45 extracted single-rooted mandibular premolar teeth were prepared with rotary instrument system and filled with warm gutta-percha and root canal sealer. Then the teeth were randomly divided into 3 groups for retreatment. The removal of canal filling material were performed as: rotary retreatment system, reciprocal system and adaptive system. Debris extruded apically during the removal of canal filling material collected into 14 pre-weighed Eppendorf tubes. The tubes stored in an incubator at 70 celcius degree for 5 days. The weight of the dry extruded debris were established by substracting the pre-retreatment and post-retreatment weight of the Eppendorf tubes for each group. The data were analyzed with one-way analysis of variance and Tukey post hoc tests.

Results: Although apical debris were extruded in all experimental groups, the least extrusion of debris was found in Adaptive system ($p<0.001$).

Conclusion: These study results emphasize the need to develop programs to improve the dietary habits and peridontal status of adolescents, particularly before long orthodontic treatments. Multidisciplinary approach giving importance to healty nutrition applications will be useful for the success of the orthodontic treatment.

Key Words: Adaptive System Can Be Preferred, Because Of Its Less Apical Extrusion.

Sis DARENDELİLER YAMAN[1]
ORCID: 0000-0001-8791-2018

Yelda PALTUN[1]
ORCID: 0000-0002-2109-7628

Çağman AKSOY[1]
ORCID: 0000-0002-4101-6864

Arzu KAYA MUMCU[1]
ORCID: 0000-0002-7291-144X

1 Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı Ankara, Türkiye

Geliş tarihi / *Received: 13.09.2021*
Kabul tarihi / *Accepted: 24.12.2021*
DOI: xx.xxxxx/jids.2019.xxx

İletişim Adresi/*Corresponding Adress:*
Yelda PALTUN
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı,
Ankara, Türkiye
E-posta/e-mail: dt.yeldapaltun@gmail.com

GİRİŞ

Kök kanal dolgu materyallerinin kaldırılması sırasında kök kanal dolgu materyalleri artıklarının ve enfekte debrisin enstrümanlar ile periradiküler dokulara çıkma eğiliminde olması inflamasyonu şiddetlendirebilir, ağrıya sebep olabilir ve periapikal iyileşmeyi geciktirebilir (1-3).

Debris ekstrüzyonu neredeyse tüm enstrümantasyon tekniklerinde bir problemdir (4-12). Ancak uygulanan preparasyon teknikleri ve eğe sistemlerinin dizaynına göre ekstrüzyon miktarı değişkenlik göstermektedir (13-16). Daha fazla debris ekstrüzyonuna sebep olacak teknikler tedavi sonrası flare-up riskini artırır (17). Bu nedenle kök kanal dolgu materyallerinin kaldırılması için apikal ekstrüzyonun en az olmasını sağlayacak uygun bir teknik seçilmelidir (18).

Günümüzde farklı tasarımlara sahip nikel titanyum döner eğe sistemleri gutta perkanın uzaklaştırılmasında el aletlerine göre uygulama kolaylığı göstermesi, kanal temizliği açısından el aletleriyle karşılaştırılabilir sonuçlar vermesi, eğri kök kanallarında da paslanmaz çelik esaslı kanal aletlerinin yarattığı olumsuzlukları yaratmadan kullanılabilmesi sebepleriyle tercih edilmektedir (19, 20).

Protaper Universal Retreatment System (PTUR; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) devamlı rotasyon hareketi sağlayan, konveks üçgen kesite sahip konvansiyonel nikel titanyum bir döner eğe sistemidir (21). Kök kanal dolgu materyallerini uzaklaştırmak için farklı koniklik ve çapa sahip 3 enstrüman dizayn edilmiştir: D1 (30/0.9), D2 (25/0.8), D3 (20/0.7). D1, kök kanal dolgu materyaline ilk penetrasyonu sağlayan kesici bir uca sahiptir. D2 orta 1/3, D3 ise apikal 1/3'lük bölgeden materyali uzaklaştırmayı sağlar ve her ikisi de kesici olmayan uçlara sahiptir (22, 23).

Reciproc Blue (RPC Blue; VDW, Munich, Germany) sistemi üç enstrümandan oluşur: Reciproc Blue 25, Reciproc blue 40 and Reciproc blue 50. Reciproc eğelerin ısıl işlem görmüş ve geliştirilmiş bir versiyonudur. Döngüsel yorgunluğa karşı artırılmış dirence ve daha fazla esnekliğe sahiptir (24). RPC eğeleri gibi RPC Blue eğeleri de S şeklinde kesite sahiptir, 2 kesici kenarı ve kesmeyen bir uca sahiptir (25). Resiprokasyon hareketi, rotasyon hareketine göre aletin kanal içinde vidalanma riskini, maruz kaldıkları sıkışma ve gerilme kuvvetlerini azaltmaktadır (26).

Twisted File Adaptive(TFA; SybronEndo, Orange, CA) kendine özel bir endodontik motoru (Elements Motor, SybronEndo) ile rotasyon ve resiprokasyonun kombine kullanımını sağlayan üçgen kesitli bir döner eğe sistemidir(27). Isı altında bükülerek, R-fazında ve elektrokimyasal cilalama işlemi yapılarak üretilmiştir. Farklı boyut ve değişken koniklik açısına sahip enstrümanları SM-small (25/.04, 25/.06, 35/.04) ve ML-medium large (25/.08, 30/.06, 50/.04)'dir (28). Adapte olabilen hareket teknolojisi ile düşük bir basınç olduğunda kanal eğesi rotasyon hareketi yaparken; eğenin kanal içerisinde sıkıştığı durumlarda veya yüksek bir basınç olduğunda ise eğe resiprokasyon hareketine geçmektedir (26).

Bu çalışmanın amacı kök kanal tedavisi yenileme işlemleri sırasında PTUR, RPC Blue ve TFA döner eğe sistemlerinin apikalden taşan debris miktarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Örneklerin Toplanması

Çalışma için gerekli olan 36290600/16 sayılı ve 02.03.2018 tarihli etik kurul raporu Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alındı. Bu çalışma için 45 adet tek kanala ve apikal foramene sahip, apikal gelişimini tamamlamış, yeni çekilmiş insan alt 2. premolar dişler toplandı ve kullanılana kadar %0.01 NaOCl solüsyonu içerisinde 4°C de saklandı.

Stereomikroskopla x12 magnifikasyon ile yapılacak olan değerlendirmede, kök çürüğü, kırığı veya çatlağı olan, kalsifiye kanalları olan dişler çalışmaya dahil edilmedi. İnternal veya eksternal rezorpsiyon şüphesi bulunan, kök gelişimi tamamlanmamış dişler çalışmadan çıkarıldı. Kullanılan dişlerden; meziodistal ve bukkolingual radyografiler alınarak tamamen oluşmuş apeks formu, tek ve oval kanal formları olması ve herhangi bir çürük ve restorasyon, rezorpsiyon bulunmaması teyit edildi ve kurvatür oranı 10 dereceden az olan dişler tercih edildi.

Kök Kanal Preparasyonu

Yüksek hızda ve hava-su soğutması altında yuvarlak elmas uçlu frez kullanılarak standart giriş kaviteleri açıldı. Kanala ilk giriş paslanmaz çelik #10 K- tipi eğe ile yapıldı ve endodontik kanal eğesinin apekste göründüğü andan itibaren eğe 1 mm geri çekilerek çalışma boyu tespit edildi.

ProTaper Universal eğeleri, üreticinin talimatlarına göre, endodontik motor (VDW Gold) ile, 300 rpm dönüş hızında, rotasyon hareketi ile kullanıldı. Eğeler (Sx, S1, S2, F1, F2, F3) sıra ile kullanıldı ve preparasyon F3'te tamamlandı. Her eğe kullanımı sonrasında kök kanalları %5.25 NaOCl irrigasyon solüsyonu kullanılarak kanallarda yıkama yapıldı.

Preparasyonun tamamlanmasının ardından final irrigasyon olarak 5ml %5.25 NaOCl, 5ml %17 EDTA ve 5ml distile su kullanılarak tamamlandı. Tüm kanallar preparasyonun ardından ProTaper F3 guta-perka ve AH-Plus kök kanal patı kullanılarak dolduruldu. F3 guta-perkanın apikal uyumu kontrol edildikten sonra 3-5 mm koronalinden ısıtılmış spreader ile kesilip geriye kalan bölümü elements™free Cordless Continuous Wave Obturation (Kerr Dental) cihazı kullanılarak termoplastize guta perka ile backfill yapılarak dolum bitirildi (Devamlı Dalga Kondenzasyon Tekniği). Giriş kaviteleri geçici dolgu materyali Cavit (Dentsply DeTrey) ile kapatıldı. Dişlerden bukkolingual ve meziodistal yönde radyograflar alınarak dolum kalitesi kontrol edildi. Kök kanal patının donması için dişler 37°C nemli ortamda 30 gün bekletildi.
Örnekler rastgele 3 deney grubuna ayrıldı: (n=15)

1.Grup: ProTaper Retreatment (Dentsply–Maillefer, Ballaigues, İsviçre) setine ait D1, D2 ve D3 eğeleri sırasıyla kullanılarak gutta perka uzaklaştırıldı ve ardından F4 ve F5 eğeleri ile preparasyon tamamlandı. Preparasyon sırasında toplamda 20 ml distile su ile irrigasyon yapıldı.

2.Grup: Gutta perkanın uzaklaştırılmasında Reciproc Blue R25 (VDW, Munich, Germany) eğelerinden, VDW Gold Motor ile (VDW GmbH, Munich, Germany) 'RECIPROC ALL' çalışma modunda üretici firma talimatları doğrultusunda yararlanıldı ve Reciproc Blue R40 ve R50 enstrumanları ile preparasyon tamamlandı. Preparasyon sırasında toplamda 20 ml distile su ile irrigasyon yapıldı.

3. Grup: Gutta-perkanın uzaklaştırılması TF Adaptive (SybronEndo, Orange, CA) ML1 enstruman adaptive çalışma modunda gerçekleştirildi, ML2 ve ML3 enstrumanları ile preparasyon tamamlandı. Preparasyon sırasında toplamda 20 ml distile su ile irrigasyon yapıldı.

Deney Düzeneği ve Debris Toplanması

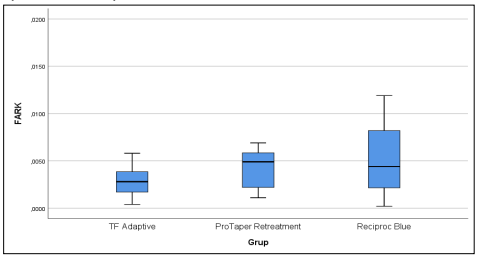
Kök kanal tedavisi yenileme işlemleri sırasında apikalden taşan debris miktarının toplanması için Myers ve Montgomery'nin deney düzeneği kullanıldı. Ependorf tüpler gruplara göre numaralandırıldı. Ependorf tüplerin kapakları çıkarıldı ve elektronik tartıda 10-4 hassasiyet ile başlangıç ağırlıkları ölçüldü. Ardışık 3 ölçüm yapıldı, bunların ortalaması alındı ve kaydedildi. Ardından tüpün kapak kısmına bir delik açıldı ve dişler mine-sement sınırına gelecek şekilde yerleştirildi. İç ve dış basıncı eşitlemek amacıyla 27 gauge iğne kapağın yanına yerleştirildi. Kapak, diş ve iğneden oluşan her ünite Ependorf tüpe sabitlendi. Bu tüpler cam şişelere yerleştirildi ve operatörün enstrümentasyon sırasında apikalde biriken debrisi görmesini engellemek amacıyla alüminyum folyo ile kaplandı. Her bir örnek için eğeleme işlemi sırasında 4 mL distile su kullanıldı. Kök yüzeyine yapışan debrisleri toplamak için kök yüzeyi tüpün içerisinde iken 1 mL distile su ile yıkandı. Preparasyonun ardından dişler şişelerinden ve Ependorf tüplerinden ayrıldı.
Ependorf tüpler içerisinde bulunan distile suyu buharlaştırıp kuru debris ağırlığını ölçebilmek için tüpler 70oC'de 5 gün süre ile etüvde bekletildi. Her bir örnekten ardışık 3 ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak kaydedildi. Apikalden taşan debrisin ağırlığı, debris içeren Ependorf tüplerin ağırlığından boş Ependorf tüplerin ağırlığı çıkarılarak hesaplandı.

İstatistiksel Analiz

Verilerin değerlendirilmesinde SPPS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS, Version 25.0. Armonk, NY) istatistik paket programı kullanıldı. Değişkenler ortalama±standart sapma ve Medyan (Maksimum-Minumum) yüzde ve frekans değerleri kullanıldı. Veri analizi yapılırken, üç ve daha fazla grup karşılaştırması için Tek Yönlü Varyans Analizi ve çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey HSD testi ile sağlanmadığında ise Kruskal Wallis ve çoklu karşılaştırma testlerinden Bonferroni-Dunn testi kullanıldı. Testlerin anlamlılık düzeyi için $p<0,05$ ve $p<0,01$ değeri kabul edildi.

BULGULAR

Her gruba ait median, minimum ve maksimum değerler ile standart sapma Tablo 1'de verildi. Sonuçlar, tüm enstrümantasyon sistemlerinin ölçülebilir bir apikal debris ekstrüzyonuna neden olduğunu gösterdi. İstatistiksel analiz bulgularına göre TF Adaptive/ProTaper Retreatment; TF Adaptive/Reciproc Blue ve ProTaper Retreatment/Reciproc Blue grupları arasında istatistik olarak anlamlı bir farklılık bulundu ($p<0,001$)(Grafik1).



Grafik 1: Tüm enstrümantasyon sistemlerinin apikal debris ekstrüzyon değerleri

	Eğe Sistemleri	$\bar{x}$	Standard Deviation	Median	Maximum	Minimum	P
İlk	TF Adaptive	0,7388[a]	0,0050	0,7386	0,7497	0,7313	0,001[¥]
	ProTaper Retreatment	0,7487[b]	0,0047	0,7476	0,7590	0,7400	
	Reciproc Blue	0,7373[a]	0,0044	0,7372	0,7448	0,7301	
Son	TF Adaptive	0,7421[a]	0,0061	0,7416	0,7536	0,7317	0,001[¥]
	ProTaper Retreatment	0,7533[b]	0,0056	0,7518	0,7647	0,7427	
	Reciproc Blue	0,7430[a]	0,0073	0,7423	0,7567	0,7330	
Fark	TF Adaptive	0,0033[a]	0,0023	0,0028	0,0087	0,0004	0,001[α]
	ProTaper Retreatment	0,0046[b]	0,0027	0,0049	0,0117	0,0011	
	Reciproc Blue	0,0057[c]	0,0047	0,0044	0,0177	0,0002	

Tablo 1: Tüm enstrümantasyon sistemlerinin apikal debris ekstrüzyon değerleri

TARTIŞMA

Kök kanal tedavisi yenileme işlemleri boyunca organik ve inorganik doku artıkları, gutta-perka, kanal patı ve irriganları içeren debrisin apikale taşırılması postoperatif komplikasyonlara sebep olabilir (29,30). Ayrıca, enfekte debrisin apikale çıkması mikrobiyal saldırı ve konakçı savunması arasındaki dengeyi bozabilme eğilimindedir. Bu durum, debris ekstrüzyonunu minimalize etmek için yeni kök kanal eğe dizaynlarına ve enstrümantasyon tekniklerinin geliştirilmesine olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır (31,32).

Preparasyon tekniği, kinematik, kullanılan enstrümanların sayı, dizayn ve boyutları gibi değişkenler debris miktarını etkileyebilir (33). Eğimli kanallarda karşılaşılabilecek olası problemler (standardize edilememiş preparasyon ve irrigasyon gibi) ve çalışma boyunun kaybı gibi problemleri elimine etmek açısından tek köklü dişler dişler kullanıldı. Bu çalışmada debris biriktirilmesi için literatürde en çok tercih edilen Myers ve Montgomery (1991) metodu kullanıldı (34). Ayrıca, sodyum hipokloritin kristalizasyonundan kaçınmak için irrigasyon solüsyonu olarak distile su kullanıldı (35). Bu çalışmada farklı prensiplerle çalışan ve çok eğenin kullanıldığı NiTi döner eğe sistemlerin kök kanal tedavisi yenileme işlemlerinde açığa çıkardığı debris miktarı karşılaştırıldı.

Bilindiği kadarıyla PTUR, RPC Blue ve TFA döner eğelerin kök kanal tedavisi yenileme işlemleri sırasında açığa çıkardıkları apikal debris miktarının karşılaştırıldığı bir çalışma literatürde mevcut değildir.

Bu deneysel çalışmanın bulgularına göre, kök kanal tedavisi yenileme işleminde enstrüman tipinden bağımsız olarak apikal debris ekstrüzyonu meydana gelmektedir. Debris ekstrüzyonu en az olan grup TFA grubu iken en fazla olan grup ise RPC Blue grubudur. Farklı miktarlarda debrisin açığa çıkmasının sebebi farklı sistemlere ait hareket kinetiği ve enstrümanların dizaynı ile ilişkili olabilir (36). Dincer ve arkadaşları (37) ProTaper Universal Retreatment (PTR, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), RCP ve Mtwo R dosya sistemlerini karşılaştırmışlar ve RCP sisteminin en düşük apikal ekstrüzyonu gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durum başka bir çalışmada, hareket kinematiği resiprokasyondan devamlı rotasyona değiştiğinde, apikal olarak ekstrüde edilen debrisin azalmasıyla açıklanmaktadır. (27). Silva ve arkadaşları yine benzer olarak (38) retreatment tedavisi sırasında PTR, RCP ve Wave-One (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) eğelerin apikal ekstrüzyonunu karşılaştırmışlar ve PTR sistemi kullanırken apikal ekstrüzyon miktarının RCP ve WaveOne Sistemlerine göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Bu çalışmaya benzer olarak RCP, Protaper Next (PTN; Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (27), TFA eğelerinin retreatment tedavisi sırasında apikal ekstrüzyonlarının değerlendirildiği başka bir çalışmada ise RCP eğe sistemi, PTN eğe sistemine göre daha fazla apikal ekstrüzyon debris miktarı göstermiş, ancak RCP ve TFA eğe sistemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu durum PTN sisteminin dizaynındaki farklılıkla açıklanabilmektedir, bu eğe sisteminde kanal içinde oluşan debrisin dişin koronalinden atılması için TFA ve RCP sistemlerine oranla kanalda daha fazla alan kalmaktadır (27).

Düşük miktardaki apikal ekstrüde debris, kök kanal dolgu materyalini çıkarmak için kullanılan eğe sayısından da kaynaklanıyor olabilir, çünkü koronal üçlüdeki kök kanal dolgu malzemesinin herhangi bir eğe ile çıkarılması ikinci bir eğenin hareketini rahatlatabilir. Eğe sayısı arttıkça bir önceki eğe nedeniyle daha rahat hareket edebilen ikinci eğenin bir sonucu olarak, retreatment tedavisi sırasında ortaya çıkan apikal kuvvet azalabilir; bu nedenle, apikal olarak ekstrüde edilen debris de azaltılabilir (27).
Birçok NiTi enstrümantasyon sistemi kron-down şeklinde çalışırken, respirokasyon sistemleri balance-force tekniği simüle eder (35) enstrümantasyon tekniği ve enstrüman tipi ekstrüde edilen debris miktarını bu şekilde etkileyebilir (39).
Mevcut çalışmada test edilen tüm enstrumantasyon sistemleri farklı kesitlere ve kinematiğe sahiptir. Resiproc sistem, sadece resprikasyon hareketini, PTU devamlı rotasyonu ve TFA sistem ise ağırlıklı olarak rotary hareketini kullanır. TFA sistemde, ileri geri hareket sadece dentin duvarların karşı direnç oluştuğunda etkinleşir (40). Adaptif hareket, eğe üzerindeki strese bağlı olarak rotasyon ve resprikasyonu içerebilir ve kök kanal anatomisi, kök kanalının eğimi bu sistemin hareket kinematiğinde önemli rol oynar. Böylece direnç geliştiğinde daha az kuvvet uygulanmasını sağlayarak eğe üzerindeki baskıyı azaltabilir. Apikalde ekstrüde debris miktarı, baskın adaptif hareketin bağlangıç noktasında ve apikal kısımda farklı olmasından kaynaklanabilir (41). Çalışmamızda da TFA adaptif sistem grubunda daha az ekstrüde debris oluşumu bu durum ile açıklanabilir.

Sonuç olarak, çalışmamız limitleri dahilinde, incelenen tüm sistemler apikalden debris ekstrüzyonu oluşturmuştur, ancak TF Adaptif en az debris ekstrüzyonuna neden olmuştur. Apikalden taşan debris miktarı ile postoperatif flare up arasındaki ilişkiyi açığa kavuşturmak için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Imura N, Zuolo ML. Factors associated with endodontic flare-ups: a prospective study. Int Endod J 1995; 28: 261-5.

2. Torabinejad M, et al. Factors associated with endodontic interappointment emergencies of teeth with necrotic pulps. J Endod 1988; 14: 261-6.

3. Trope M. Flare-up rate of single-visit endodontics. Int Endod J 1991; 24: 24-6.

4. Seltzer S, et al. Biologic aspects of endodontics. Part 3. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1968;26: 534-46.

5. Klayman SM, Brilliant JD. A comparison of the efficacy of serial preparation versus Giromatic preparation. J Endod 1975; 1: 334-7.

6. Chapman CE. The correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. J Br Endod Soc 1971; 5: 76-80.

7. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1982; 53:611-3.

8. Vande Visse JE, Brilliant JD. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. J Endod 1975; 1: 243-6.

9. Hession RW. Endodontic morphology. III. Canal preparation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1977;44:775-85.

10. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. J Endod 1977; 3: 394-8.

11. Chapman CE, et al. A preliminary report on the correlation between apical infection and instrumentation in endodontics. J Br Endod Soc 1968; 2: 7-11.

12. Abou-Rass M, Jastrab RJ. The use of rotary instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. J Endod 1982; 8: 78-82.

13. Ferraz CCR et al. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. Int Endod J 2001;34: 354-8.

14. Kuştarci A, et al. Apical extrusion of intracanal debris and irrigant following use of various instrumentation techniques. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 105:257-62.

15. Al-Omari MAO, Dummer PMH. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. J Endod 1995;21:154-8.

16. Tinaz AC et al. The effect of disruption of apical constriction on periapical extrusion. J Endod 2005;31:533-5.

17. Baumgartner C, Siqueira JF, Sedgley CM, Kishen A. Microbiology of endodotic disease. Rotstein I, Ingle JI. İçinde: Ingle's endodontics 7. Ed North Carolina, USA 2019. s. 97-151.

18. Huang X, et al. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. J Endod 2007; 33:1102-5.

19. Özyürek T, Demiryürek E. Efficacy of Different Nickel-Titanium Instruments in Removing Gutta-percha during Root Canal Retreatment. J Endod 2016;42:646-9.

20. Yılmaz A, Helvacıoğlu Yiğit D. Retreatment with Nickel-Titanium Rotary Instruments. Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry 2014;48:71-78.

21. Akbulut MB, Akman M, Terlemez A, et al. Efficacy of Twisted File Adaptive, Reciproc and ProTaper Universal Retreatment instruments for root-canal-filling removal: A cone-beam computed tomography study. Dent Mater J 2016; 35:126-31.

22. Yürüker S, et al. Efficacy of Combined Use of Different Nickel-Titanium Files on Removing Root Canal Filling Materials. J Endod 2016; 42: 487-92.

23. Gu LS, Ling JQ, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. Int Endod J 2008;41:288-95.

24. Yared G. Reciproc blue: the new generation of reciprocation. Giornale Italiano di Endodonzia, 2017; 31:96-101.

25. Gündoğar M, Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. J Endod 2017;43:1192-6.

26. Adıgüzel M, Tüfenkçi P. Comparison of the Cyclic Fatigue Resistance of Waveone, Reciproc and Twisted File Adaptive Files in Canals with a Double Curvature (S-Shaped). Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 2018; 28:199-203.

27. Yılmaz K, Özyürek T. Apically Extruded Debris after Retreatment Procedure with Reciproc, ProTaper Next, and Twisted File Adaptive Instruments. J Endod 2017;43:648-51.

28. Gavini G, Santos MD, Calderia CL, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. Braz Oral Res 2018; 32: e67.

29. Çanakçi BC, Ustun Y, Er O, Genc Sen O. Evaluation of Apically Extruded Debris from Curved Root Canal Filling Removal Using 5 Nickel-Titanium Systems. J Endod, 2016; 42:1101-4.

30. Topçuoğlu HS, et al. Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. J Endod 2014; 40: 2066-9.

31. Gondim Jr E, Akti A, Tuncay O, et al. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. J Endod 2010; 36: 1295-301.

32. JF Siqueira Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups. Int Endod J 2003; 36:453-63.

33. Boijink D, Costa DD, Hoppe CB, Kopper PP, Grecca FS. Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using the WaveOne Gold Reciprocating and Twisted File Adaptive Systems. J Endod 2018; 44:1289-1292.

34. 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.

35. Koçak S, Kocak MM, saglam BC, Aktemur Turker S, 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.

36. Nevares G, Xavier F, Gomindo L, et al. Apical Extrusion of Debris Produced during Continuous Rotating and Reciprocating Motion. Sci World J 2015;2015:267264.

37. Dincer AN, Er O, Canakci BC. Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. Int Endod J 2015;48:1194–8.

38. Silva EJNL, Sa L, Belladona FG, et al. Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: assessment of the apically extruded material. J Endod 2014;40: 2077–80.

39. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. J Endod 2012;38:850-52.

40. Kirchhoff 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.

41. Karataş E, Arslan H, Kirici DO, et al. 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;49:382-85.