

ARA TIRMA MAKALES / RESEARCH ARTICLE

E imli kök kanallarında kullanılan farklı preparasyon ve kök kanalı dolgu tekniklerinin kalitesi**The quality of different preparation and root canal filling techniques in curved root canals**

Neslihan M EK, DDS, PhD,^a Fuat Ahmeto lu, DDS, PhD,^a Levent Akıncı, DDS,^a Arife Kapdan, DDS, PHD,^b

^a İnönü Üniversitesi, Di Hekimli i Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.

^bCumhuriyet Üniversitesi, Di Hekimli i Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Sivas, Türkiye.

Received: 10 September 2013

Accepted: 30 October 2013

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı Revo-S ve self-adjusting file (SAF) ile preparasyonu yapılan e imli kök kanallarının lateral kompaksiyon (LK) ve termoplastik enjekte edilebilen (TPE) gutta perka tekniklerinin kök kanal dolgu kalitesini dijital radyografi kullanarak de erlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Kırk adet e imli kök kanallarına sahip mandibular molar di in mesial kök kanalları SAF veya Revo-S e e sistemleri ile prepare edildi. Kök kanal kurvatürü de erlendirildikten sonra kanallar iki alt gruba bölündü ($n=20$, $p>0.05$). Hem mesiobukkal hem de mesiolingual kanallar geni letildi ve AH Plus ile LK veya TPE gutta perka dolgu teknikleriyle dolduruldu. Örnekler bir hafta boyunca patın sertle mesi için 37 °C ve % 100 nemli ortamda bekletildi. Kanal dolgularını de erlendirmek için çalışma sonrası dijital radyografiler alındı. Veriler Mann-Whitney U testi ile analiz edildi.

Bulgular: Preparasyon teknikleri açısından kök kanal dolgu teknikleri arasında önemli bir fark bulunmadı ($p=0,051$, $p= 0,127$).

Sonuçlar: Bu çalışma ko ulları altında kurvatürlü kanallarda, ne preparasyon tekni i ne de dolgu tekni i kök kanalı dolum kalitesini etkilememektedir.

Anahtar Kelimeler: Kök kanal dolgusu, Revo-S, Self Adjusting Files.

ABSTRACT

Objectives: The aim of this study was to evaluate the quality of different root canal filling techniques that lateral compaction (LC) and thermoplasticized injectable (TPE) gutta percha in curved root canals which were prepared Revo-S or self-adjusting file (SAF) using digital radiographs.

Materials and Methods: Fourty extracted mandibular molar of mesial canals of teeth which have curved root canals were prepared using SAF or Revo-S instruments. After determination of root canal curvatures in two directions, the canals were divided two subgroups ($n=20$, $p>0.05$). Both mesiobuccal and mesiolingual canals were shaped and filled with AH Plus and either LC technique or TPE gutta percha obturation technique. The specimens were stored for 1 week at 37 °C and 100% humidity to allow the complete setting of the sealer. Postoperative digital radiographs were taken to evaluate the quality of root canal fillings. Data were analysed using Mann-Whitney U tests.

Result: In terms of the preparation techniques, no significant differences were found between the root canal filling techniques ($p=0.051$, $p=0.127$).

Conclusion: Under the conditions of the present study, neither preparation nor obturation techniques did not affect the quality of root canal filling in curved root canals.

Key Words: Root canal filling, Revo-S, Self Adjusting Files.

Neslihan M EK
nönü Üniversitesi,
Di Hekimli i Fakültesi,
Endodonti AD,
44280, Malatya, Türkiye
Telefon: +904223411106

Faks : +904223411108
e-posta: neslihan.akdemir@inonu.edu.tr

Bu çalışma 101. FDI Dünya Di Hekimli i Kongresi 28-31 A ustos 2013, stanbul, Türkiye'de poster bildiri olarak sunulmu tur.

G R

Kök kanalının mekanik genişletme amacıyla endodontik tedavinin başarısını etkileyen en önemli basamaklardan birisidir. Kurvatür varlığında kanal ekileme çok zorlanır ve preparasyon sonrasında kanal yapısı orijinal ekline kaybedebilir.¹ Böyle durumlarda bazen uygulanan tüm işlemler yeterli olmamakta ve başarısızlık meydana gelebilmektedir.² Emimli kök kanallarının preparasyonu sırasında istenmeyen kazalar (basamak, zip, perforasyon ve apikal tarama) gözlemlenebilir.³

Nikel-Titanyum (Ni-Ti) döner kök kanal preparasyon sistemleri hızlı ve kanal kurvatürünü koruyarak genişletme yapabilmektedirler.⁴ Bunlardan birisi Revo-S (Micro-Mega, Besançon, Fransa) sistemidir. Üç kesici eleme içerir; temizleme ekileme elemleri 1 nolu olanı (SC1) #25/0.6 eleme sahip döner eleme, kanalın koronal 2/3' lük kısmını ekilemendirir. Çalıma boyutunda #25/0.4 eleme sahip SC2 elemesi kullanılır ve genel kullanıma sunulan (universal shaper) (SU) #25/0.6 eleme sahip eleme de çalıma boyutunda kullanılır.⁵

Ana kök kanalında döner eleme sistemleri, çevresel genişletme yapmasına rağmen özellikle oval ekilli kanallarda döner aletler bakterilerin ve doku artıklarının bulunduğu bukkal ve lingualde dokunulmamış alanlar bırakır.⁶ Ni-Ti döner sistemlerin bu sınırlı genişletme yeteneklerini atlamak için self-adjusting file (SAF; ReDent-Nova Ra'anana, srail) geliştirilmiştir.⁷ Yapılan çalımalarda⁸⁻¹⁰ oval ekilli kanallarda SAF'ın umut vaat ettiği gösterilmiştir. Geleneksel Ni-Ti elemlerden farklı olarak mekanik preparasyon sırasında irrigasyona devam eder. Kanala yerleştirildiğinde kendi kendine adapte olur ve üç boyutlu olarak genişletme yapar.⁷

Lateral kompaksiyon (LK) maliyetinin düşük olması ve basitçe yapılabilmesi nedeniyle endodontide sıklıkla kullanılan kök kanalı dolgu tekniğidir.¹¹ Bu teknik,

aksesuar kanal sorununu almak için amaçlı olarak kanal patına ihtiyaç duyan bir tekniktir, çünkü dolgu materyali kanalın ana hattının dışına çıkma olasılığı çok düşüktür.¹² Bu teknikte kötü kanal preparasyonu yapılması, emimli kanallar, yetersiz lateral baskı ve dentin duvarı ile gutaperka arasındaki uyumsuzluklar nedeniyle radyografide uyumsuzluklar görülebilmektedir, bu da kötü prognoza neden olabilmektedir.¹³ Termoplastik enjekte edilebilen (TPE) gutaperka sistemleri dolgu protokolünün bir parçası olan ana kanal kullanılmadan yapılan ve ilk olarak 1977'de tanımlanan bir sistemdir.¹⁴ LK ile karşılaştırıldığında, TPE gutaperka dolgu tekniği kanalın bütün alanında yoğun olarak görülür ve kök kanalı ile periodonsiyum arasında ki bütün alanı doldurur.¹³ Öte yandan, emimli kanallarda TPE gutaperka dolgu tekniğinde tarama ile gutaperka arasında ayrılma meydana gelebilmektedir.

Bu çalımanın amacı, Revo-S ve SAF sistemleriyle kök kanal preparasyonu yapılan emimli kök kanallarının LK ve TPE gutaperka teknikleri ile kök kanal dolgusu yapıldıktan sonra elde edilen dolgu kalitesinin dijital radyografide değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalıma emimli kök kanalına sahip 40 adet mandibular molar diji kullanılmıdır. Distal kökler elmas separe yardımıyla uzaklaştırılmıdır. Mesial kök kanallarında birbirinden ayrı iki apikal foramene sahip olan diji seçilmiştir. Böylece 80 adet kök kanalı elde edilmiştir. Radyografileri standardize etmek için diji lerin bukkal ve mesial yüzlerine kompozit jigler hazırlanmıştır. Kök kanallarının emiminin saptanması için mesial ve bukkalden olmak üzere iki yönlü dijital radyografiler (Digora, Soredex, Helsinki, Finlandiya) alınmış ve rastgele iki gruba ayrılmıştır ($n=20$, $p>0.05$). Kök kanal kurvatürleri Schneider'ın metoduna göre 16^0 - 45^0 arasında belirlenmiştir.¹⁵

Giri kavitesi açılan di lerin çalı ma boyutu apeksten 1 mm kısa olacak ekilde #15 K tipi e e ile belirlenmi tir.

Birinci gruptaki kök kanallarının (n=40) ekillendirilmesi Revo-S Ni-Ti döner e elerle yapılmı tir. SC1 koronal 2/3'te, SC2 ve SU ise çalı ma boyutunda kullanılmı tir. Her e e arasında %2,5'lik 2 mL NaOCl kullanılmı tir. Son yıkama ise %17'lik EDTA takiben 2 mL %2,5'lik NaOCl ile tamamlanmı tir. Son olarak 2 mL distile su kullanılmı tir.

kinici gruptaki kök kanallarının (n=40) ekillendirilmesi ise SAF sistem ile yapılmı tir. #20 K tipi e e ile çalı ma boyutuna ula m sa landıktan sonra, SAF sistem 4 dakika boyunca, dakikada 5000 titre im yapacak ekilde kök kanalında kullanılmı tir. Devamlı yıkama modunda %2,5'lik NaOCl, dakikada 4 mL akacak ekilde VATEA (ReDent-Nova) cihazıyla sa lanmı tir. Son yıkama geleneksel ırına ile %17'lik EDTA takiben 2 mL %2,5'lik NaOCl ile tamamlanmı tir. Son olarak 2 mL distile su kullanılmı tir.

Kâ it konilerle kurulan kök kanallarının doldurulmasında AH Plus (Dentsply De Trey GmbH, Konstanz, Almanya) kök kanal patı kullanılmı tir. Birinci alt gruptaki di lerin kök kanalları (n=20) LC yöntemiyle doldurulmu tur. Ana kon #30'luk guta perkadan olu urken, yardımcı guta perka konlar kök kanalının koronal 1/3'ünde kalana kadar kullanılmı tir.

kinici alt gruptaki di lerin kök kanalları (n=20) ise modifiye edilmi TPE guta perka yöntemiyle doldurulmu tur. Kök kanalının apikal kısmına apeksten ta mayı önlemek için 2 mm uzunlu unda #30'luk guta perka kon parmak plugger'ı yardımıyla yerle tirilmı tir. Çalı ma ısısı 180°C'ye ayarlanan Diagun (DiaDent, Dia-Gun, North Fraser Way, Burnaby, BC, Kanada) sisteminin 25 gauge'luk ucu kök kanalının içerisine yerle tirilip apikal 1/3'lük kısım doldurulmu tur. Parmak spreaderı ile kondensasyon yapıldıktan

sonra, kanalın geri kalan kısımları da aynı ekilde doldurulmu tur. Giri kavitesi kapatılan di ler kök kanal patının sertle mesi için 1 hafta 37 °C'de %100 nemli ortamda bekletilmı tir.

Post-operatif dijital radyografileri alınan di ler (Resim 1) Kersten ve arkadaş larının¹⁶ belirledi i modifiye edilmi skorlama sistemine göre skorlandı (Tablo 1). Veriler Mann-Whitney U testi ile analiz edildi.

BULGULAR

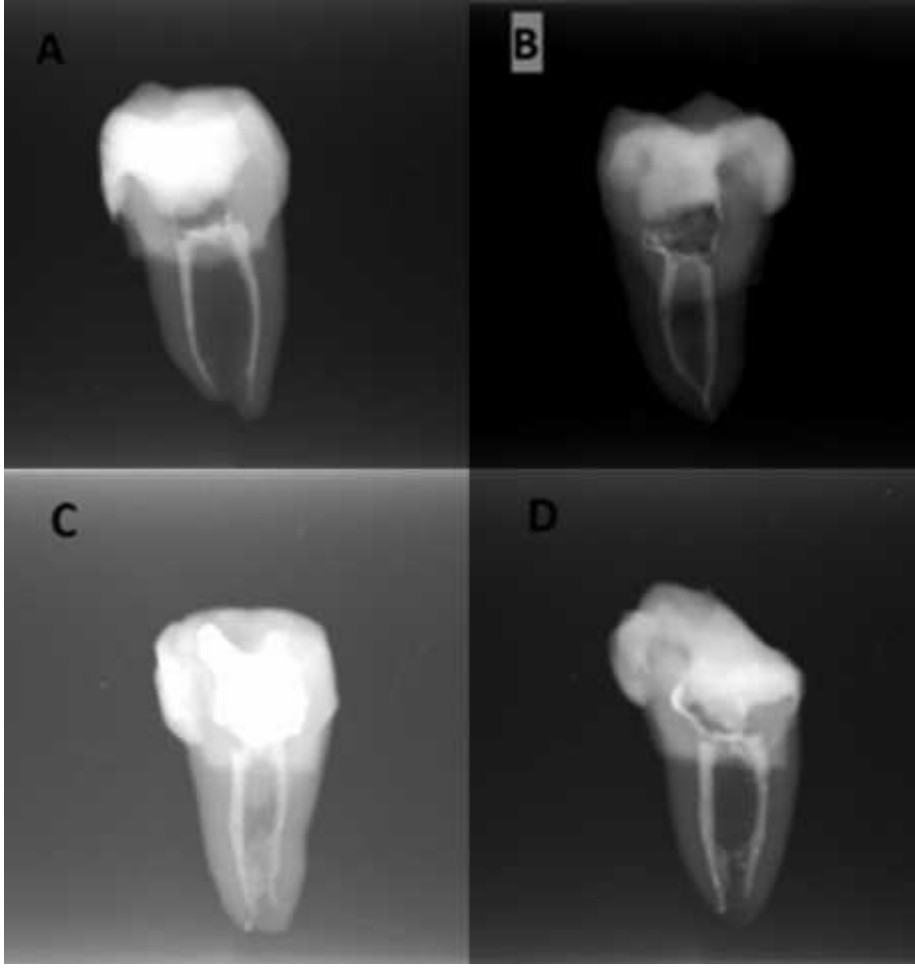
SAF ve Revo-S preparasyon yöntemlerinin skorları yönünden, LK ve TPE guta perka dolgu teknikleri grupları arasında farklılık bulunmamı tir ($p=0.051$ ve $p=0.127$, sırasıyla).

TARTI MA

Kök kanal ekillendirmesi endodontik tedavinin temel basama ıdır. Kök kanalındaki kurvatür varlı ı kanal ekillendirmesini zorla tıran bir hal alır. Kurvatürlü kanalların preparasyonu endodontik aletin esnekli i çapı, preparasyon tekni i, foramenin lokasyonuna ve dentinin kalınlı ı gibi bir takım faktörlerden etkilenir. Basamak olu ması, perforasyonlar, deviasyonlar ve apikalın ta ınması preparasyon sırasında kurvatürlü kök kanallarında ortaya çıkan istenmeyen kazalardır.¹⁷ Bu komplikasyonların önüne geçmek için farklı tasarımcılar yeni e e sistemleri geli tirmektedirler.

Revo-S sistemi SU e esinin asimetrik çapraz kesit geometrisi kök kanalı preparasyonu sırasında stresi en aza indirmeye yönelik tasarlanmı bir yapısı vardır. Üretici, bu yeni e enin geometrisinin kanala penetrasyonu kolayla tıraca ımı ve debrislerin kök kanalından kolaylıkla uzakla ca ımı, böylece e e üzerinde streslerin azalaca ını ileri sürmü tür.⁵ Çelik ve ark.¹⁸ Revo-S'inde aralarında bulundu u 6 farklı döner aletin, a ırı e imli kanallarda kanal

Resim 1. Radyografik olarak dolum kalitesinin skorları (A, skor 1, B, skor 2, C, Skor 3, D, skor 4).



Tablo 1. Dolum kalitesinin skarlama sistemi.

1	Preparasyonu yapılmı kanalda iyi kondanse edilmi ve kanal duvarlarına iyi adapte olan, çok az boşluk gösteren (0.25 mm den az) ya da servikal kısmında bölünmü guta perka.
2	yi kondanse edilmemi , biraz kısa (0.5 mm ya da daha az) adaptasyonda 1 mm den daha az düzensizlik gösteren dolum.
3	Yetersiz; dolumdaki düzensizlikler 2 mm den daha az, 1.5 mm den kısa ya da servikalın altında veya kökün ortasında bölünmü guta perka olan dolum.
4	Zayıf kondanse edilmi 2 mm den fazla düzensizlik gösteren, apikalde 2 mm den kısa ve/veya apikalde ya da kanalın ortasında bölünmü guta perka olan dolum.

transportasyonuna etkisinin karılaştırıldı. Çalıma mada, Revo-S'in kanal transportasyonunda eriştirildi. Döner sistemlerinki ile benzer bulunmuştur. Fakat, Hashem ve arkadaşlarının¹⁹ yaptığı çalıma mada Twisted döner eklemler sisteminin Revo-S'e göre eklemler kanallarda daha az transportasyon gösterdiğini bulmuştur. Döner sistemlerin genel temizleme stiline alternatif olarak SAF sistemi geliştirilmiştir. SAF eklemleri Ni-Ti içerikli eklemlerdir fakat çalıma sistemleri döner eklemler sistemlerinden farklıdır. Eklemleri geri hareketlerle çalımaarak kanal duvarlarındaki dentini kaldırır.²⁰ Özel bir irrigasyon cihazı, SAF aletine silikon tüp yardımı ile bağımlı farklı akış oranlarında ve düşük basınçta sürekli taze irrigan solüsyonu verilmesini sağlar.⁷ Ayrıca bu luklu yapısı kanalın orijinal eklemlerinden düzensiz eklemler kanallarda döner aletlere göre kök kanal dolusunda gutanın ulaşamadığı bölgenin daha az olduğunu ve böylece dolunun kalitesinin arttırdığını bildirilmiştir.⁶ Siquera ve arkadaşlarının⁸ SAF'ın oval uzun kök kanallarının temizliğin enjektörle irrigasyon yapılan Ni-Ti döner sistemlerden daha etkili olduğunu *in vitro* ortamda göstermiştir. Yapılan mikro bilgisayarlı tomografi çalımalarında Paque ve Peters⁹ ve Versiani ve arkadaşlarının²¹ SAF'ın döner sistemlerin kanal preparasyonuna göre daha kapsamlı eklemlendirme yaptığını göstermişlerdir. Ancak, yakın zamanda yapılan mikrobiyoloji ve taramalı elektron mikroskopu (SEM) çalıması, kök kanallarında SAF sistemi kullanıldığında, yetersiz apikal preparasyon ve eksik irrigasyon olduğunu göstermiştir.²² Peters ve Paque²³ yaptıkları bir çalıma mada SAF'ın molar eklemlerinin eklemler kanallarında gereksiz eklemlendirme yapmadan yeterli genel temizleme yaptığını ve çalıma sırasında hiçbir SAF aletinin kırılmadığını rapor etmişlerdir. Bu çalıma mada da kanal preparasyonu sırasında kanal içinde hiçbir SAF aleti kırılmamıştır.

Döner aletlerle yapılan preparasyonda kök kanalında dokunulmadan kalan boşluklara biriken debrisler görülmüştür. Bu nedenle TPE guta perkanın kanalın tümünü doldurmasına engel olduğu görülmüştür. Diğer yandan SAF irrigasyon sistemi ile bukkal ve lingualdeki dokunulmadan kalan alanlar daha iyi temizlenir. Böylelikle SAF'ın biyomekanik preparasyonu kök kanalı boşluğunun doldurulmasını olumlu etkiler.¹⁰ De-Deus ve arkadaşlarının²⁴ oval kanallarda dolun kalitesini de erlendirdikleri çalımalarında SAF'ın geleneksel döner alete göre dolunun kalitesini önemli derecede etkilediğini göstermişlerdir. Bu çalımamızda dolun kalitesi olarak bir farklılık bulunmamıştır, bunun sebebi kanalların eklemler ve dar olmasından ya da de erlendirme yöntemindeki farklılıklardan olabilir. Bu bağlamda SAF'ın eklemler kanallarda dolun kalitesine etkisinin olmadığını ya da etkinliğinin önemli bir farkı olmadığını söyleyebiliriz.

Soğuk LK yöntemi düşük maliyeti ve kontrollü olması nedeniyle dünya çapında kabul edilmiş ve sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Kurvaturolu kanallarda zor olabilmesine rağmen LK yöntemi kurvaturolu kanalı olan pek çok diğete etkilidir. Zayıf kanal preparasyonu, kurvaturolu kanallar, guta perkanların rastgele doldurulması ve rastgele preparasyon yapılması, yetersiz lateral baskıdan dolayı boşluklar meydana gelebilir.¹³ Isıtılmış guta perkan tekniğinin soğuk LK yöntemine göre daha uygun bir dolgu olarak görüldüğü ve periodonsiyumla kök kanalı arasındaki tüm alanları daha iyi doldurduğunu görülmüştür.²⁵ Klinik pratiğinde bu tekniğin dezavantajı dolun mesafesinin kontrolünün zorluudur. Sunulan bu çalıma mada guta perkanın apikalden tamasını önlemek için kök kanalının apikal kısmına 2 mm uzunluğunda #30'luk guta perkan konu parmak plugger'ı yardımıyla

yerle tirilmi tir, böylece bu tekni inin dezavantajı olan apikalden ta ma meydana gelmemi tir. Isıtılmı guta perka ile birlikte dört farklı dolgu tekni inin e imli kanallarda kar ıla tırıldı ı bir çalı mada; e imli kanallarda ısıtılmı guta perka dolgu yöntemi LK yöntemine göre daha iyi bulunmu tur. Fakat istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamı tır.²⁶ Bu çalı mada TPE ile LK yönteminin dolgu kalitesi bakımından önemli bir fark bulunmadı ı görülmü tür. Yapılan çalı malarda ısıtılmı vertikal ve lateral kompaksiyon dolgu yöntemlerinin so uk LK yöntemine göre kök kanal dolgusu yo unlu unun arttı ı görülmü tür.^{27,28} Dolgu kalitesinin de erlendirilmesi ve klinik olarak ileriki kontrol a amalarında iyi bir radyografik görüntü alınması arttır.

Bu ba lamda, geleneksel radyografilerin; fazla radyasyon, kimyasal solüsyonlar, görüntü için zamana ihtiyaç duyulması, tedavi öncesi ve sonrası de erlendirmede stabil olmaması gibi pek çok dezavantajı vardır. Aksine dijital radyografi sistemlerinin hızlı görüntü alınması, kimyasal solüsyonların eliminasyonu, dijital ortamda görüntü üzerinde ayarlama yapılabilmesi, filmi dosyalama imkânı olması ve filmin kopyasını almak için hastadan tekrar film alınmaması avantajlarıdır.²⁹ Çalı malar DDR'in endodontik ölçümlerde çok dü ük ı nılama de erinde bile güvenilir sonuçlar verdi ini göstermi lerdir.^{30,31} Bu yüzden dijital teknoloji endodonti sahasında önemli yer almı tır. Bu çalı mada dijital radyografi ile mesio-distal yönde 2 boyutlu olarak görüntü alındı ı için dolum kalitesini de erlendirme ve skorlama ona göre yapılmı tır. Üç boyutlu görüntü alma sistemlerinde bu sonuç daha farklı çıkabilir.

SONUÇ

E imli kanallara sahip di lerin kök kanal tedavisi komplikasyonludur ve tedavisi ba lı ba ina klinik bir sorundur. Bu çalı manın sınırlı ko ulları altında, LK

dolgu yönteminin TPE guta perka dolgu yöntemine göre bir avantajı bulunamamı tır. TPE guta perka yönteminin modifiye edilmesi ile klinik olarak güvenli kök kanal dolguları yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of canal transportation and centering ability of twisted files, Pathfile-ProTaper system, and stainless steel hand K-files by using computed tomography. *J Endod* 2010;5:904-907.
2. Kaya S, Ayaz S, Uysal . ki farklı e e sistemi ile prepare edilen kök kanallarının apikal mikrosızıntılarının kar ıla tırılması. *J Dent Fac Atatürk Uni* 2012;1:40-45.
3. Dewsnup N, Pileggi R, Haddix J, Nair U, Walker C, Varella CH. Comparison of bacterial reduction in straight and curved canals using erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet laser treatment versus a traditional irrigation technique with sodium hypochlorite. *J Endod* 2010;4:725-728.
4. Veltri M, Mollo A, Mantovani L, Pini P, Balleri P, Grandini S. A comparative study of Endoflare-Hero Shaper and Mtwo NiTi instruments in the preparation of curved root canals. *Int Endod J* 2005;9: 610-616.
5. Basrani B, Roth K, Sas G, Kishen A, Peters OA. Torsional Profiles of New and Used Revo-S Rotary Instruments: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics* 2011;7:989-992.
6. De-Deus G, Souza EM, Barino B, Maia J, Zamolyi RQ, Reis C, Kfir A. The self-adjusting file optimizes debridement quality in oval-shaped root canals. *J Endod* 2011;5:701-705.
7. Metzger Z, Teperovich E, Cohen R, Zary R, Paque F, Hulsmann M. The

- self-adjusting file (SAF). Part 3: removal of debris and smear layer-A scanning electron microscope study. *J Endod* 2010;4:697-702.
8. Siqueira JF, Jr., Alves FR, Almeida BM, de Oliveira JC, Rocas IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *J Endod* 2010;11:1860-1865.
 9. Paque F, Peters OA. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. *J Endod* 2011;4:517-521.
 10. De-Deus G, Barino B, Marins J, Magalhaes K, Thuanne E, Kfir A. Self-adjusting file cleaning-shaping-irrigation system optimizes the filling of oval-shaped canals with thermoplasticized gutta-percha. *J Endod* 2012;6:846-849.
 11. Fracassi LD, Ferraz EG, Albergaria SJ, Veeck EB, da Costa NP, Sarmiento VA. Evaluation of the quality of different endodontic obturation techniques by digital radiography. *Clin Oral Investig* 2013;1:97-103.
 12. Gilhooly RM, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of cold lateral condensation and a warm multiphase gutta-percha technique for obturating curved root canals. *Int Endod J* 2000;5:415-420.
 13. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *J Endod* 2007;2:106-109.
 14. Glickman GN. Injectable thermoplasticized gutta-percha systems. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;6:477-482.
 15. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;2:271-275.
 16. Kersten HW, Wesselink PR, Thoden van Velzen SK. The diagnostic reliability of the buccal radiograph after root canal filling. *Int Endod J* 1987;1:20-24.
 17. Jain N, Tushar S. Curved canals: ancestral files revisited. *Indian J Dent Res* 2008;3:267-271.
 18. Celik D, Tasdemir T, Er K. Comparative study of 6 rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation in severely curved root canals of extracted teeth. *J Endod* 2013;2:278-282.
 19. Hashem AA, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GA. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod* 2012;7:996-1000.
 20. Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotary instruments and the self-adjusting file. *J Endod* 2012;2: 232-235.
 21. Versiani MA, Pecora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. *J Endod* 2011;7:1002-1007.
 22. Paranjpe A, de Gregorio C, Gonzalez AM, Gomez A, Silva Herzog D, Pina AA, Cohenca N. Efficacy of the self-adjusting file system on cleaning and shaping oval canals: a microbiological and microscopic evaluation. *J Endod* 2012;2:226-231.
 23. Peters OA, Paque F. Root canal preparation of maxillary molars with the self-adjusting file: a micro-computed tomography study. *J Endod* 2011;1:53-57.

-
24. De-Deus G, Accorsi-Mendonca T, de Carvalho e Silva L, Leite CA, da Silva D, Moreira EJ. Self-adjusting file cleaning-shaping-irrigation system improves root-filling bond strength. *J Endod* 2013;2:254-257.
 25. Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW. Coronal leakage following three obturation techniques. *Int Endod J* 2001;4:293-299.
 26. Schafer E, Nelius B, Burklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clin Oral Investig* 2012;1:225-230.
 27. Clinton K, Van Himel T. Comparison of a warm gutta-percha obturation technique and lateral condensation. *J Endod* 2001;27:692-695.
 28. Nelson EA, Liewehr FR, West LA. Increased density of gutta-percha using a controlled heat instrument with lateral condensation. *J Endod* 2000;26:748-750.
 29. Brito-Junior M, Santos LA, Baleeiro EN, Pego MM, Eleuterio NB, Camilo CC. Linear measurements to determine working length of curved canals with fine files: conventional versus digital radiography. *J Oral Sci* 2009;4:559-564.
 30. Borg E, Grondahl HG. Endodontic measurements in digital radiographs acquired by a photostimulable, storage phosphor system. *Endod Dent Traumatol* 1996;1:20-24.
 31. Cederberg RA, Tidwell E, Frederiksen NL, Benson BW. Endodontic working length assessment. Comparison of storage phosphor digital imaging and radiographic film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;3:325-328.