

Revo-S ve Lightspeed-LSX döner sistem eğelerinin aşırı eğimli kök kanallarındaki etkinliğinin araştırılması

Durmuş Alperen Bozkurt(0000-0003-3910-5777)^α, Ayşe Diljin Keçeci(0000-0003-4738-6521)^β

Selcuk Dent J, 2020; 7: 174-179 (Doi: 10.15311/selcukdentj.528446)

Başvuru Tarihi: 18 Şubat 2018
Yayına Kabul Tarihi: 02 Nisan 2019

ÖZ

Revo-S ve Lightspeed-LSX döner sistem eğelerinin aşırı eğimli kök kanallarındaki etkinliğinin araştırılması

Amaç: Aşırı eğimli kök kanallarında iki farklı döner sistem eğeleri ile kök kanalı şekillendirme etkinliğini karşılaştırmak.

Gereç ve Yöntemler: Otuz adet aşırı eğimli ($38.96^{\circ} \pm 12.89^{\circ}$) mandibular birinci molar dişler çalışmaya dâhil edildi. Eşit olarak iki gruba ayrılan dişlerin çalışma boyu ve kanal devamlılığı tespit edildi. Düşük hızlı testere yardımı ile dişlerin apikal, orta ve koronal seviyelerinden kesitler alındı. Şekillendirme sırasında mufla sisteminden faydalandı. Kesitlerden dijital görüntüler şekillendirme öncesi ve sonrasında stereo mikroskop (x40) ile alındı. Mufla sistemine sırasıyla yerleştirilmiş olan kesitlerde Revo-S ve Lightspeed-LSX eğeleri ile apikal genişlik 40 olacak şekilde genişletildi. Merkezde kalma oranı, şekillendirilmiş alan, şekillendirilmemiş alan ve transportasyon dijital görüntülerin öncesi ve sonrasında üst üste monte edilerek ölçüldü. Bağımsız t testi, One-way ANOVA ve post-hoc Tukey testi uygulanmıştır ($P < 0.05$).

Bulgular: Lightspeed-LSX ile şekillendirilme sonrası, apikalde merkezde kalma oranı Revo-S'e göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha azdır ($P < 0.05$). Ayrıca apikalde Revo-S (0.26 mm^2) Lightspeed-LSX (0.15 mm^2)'e göre dentin alanı kaldırması daha fazla olmuştur ($P < 0.05$). Şekillendirilmemiş alan Revo-S için tüm bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazladır ($P < 0.05$).

Sonuç: Lightspeed LSX' in Revo-S' e göre daha merkezi kök kanalı şekillendirmesi yaptığı görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELELER

Bilgisayar destekli görüntü analizi, kök kanalını hazırlama, mikroskopi

ABSTRACT

Analysis of preparation performance of Revo-S vs Lightspeed-LSX in severely curved root canals

Background: The aim of this study to compare the preparation performance of two different rotary systems in severe curved mandibular root canals.

Methods: Thirty mandibular first molars with severe curved ($38.96^{\circ} \pm 12.89^{\circ}$) mesial root canals were selected for this study. Teeth were divided into equal two groups following determination of apical patency and working length. A muffle system was used during the preparation. Cross sections of the specimens were obtained in apical, middle and coronal levels using a low-speed saw. Digital images were taken from the sections under stereomicroscope (x40) before and after preparation. Root canal preparations were made after fitting the sections in the muffle according to Manufacturer's using Revo-S and Lightspeed-LSX to an apical size 40. Centering ratio, prepared area, unprepared surfaces and transportation were measured on the superimposed pre-and postoperative images. Independent t test, One-way ANOVA and Tukey HSD test was used ($p < 0.05$).

Results: After preparation with Lightspeed-LSX, mean centering ratio was significantly lower than Revo-S in the apical area ($P < 0.05$). Also Revo-S (0.26 mm^2) removed more dentin than Lightspeed-LSX (0.15 mm^2) in the apical area ($P < 0.05$). Revo-S showed that the unprepared surfaces was significantly higher in all areas than Lightspeed-LSX ($P < 0.05$).

Conclusion: Lightspeed LSX has resulted in a more centered preparation than Revo-S.

KEYWORDS

Computer-assisted image analysis, root canal preparation, microscopy

Apikal periodontitisli dişlerde endodontik tedaviden sonra kök kanallarındaki enfeksiyon varlığı klinik başarıyı etkilemektedir.¹ Kök kanalı ideal olarak biyomekanik şekillendirme ve hermetik olarak doldurulduktan sonra mikroorganizmalardan arındırılmış olması gerekmektedir. Mekanik şekillendirme fiziksel olarak enfekte dentinin uzaklaştırılmasında ve irrigasyon solüsyonlarının apikal bölgeye ulaşmasında etkin rol oynamaktadır. Kök

kanal anatomisinin karmaşık yapısı enfeksiyonların tamamen uzaklaştırılmasını zorlaştırmaktadır.¹

Mekanik şekillendirmede apikal boyutun artması enfeksiyonu azaltmaktadır.^{2,3} Ancak apikalde büyük genişletmeler hem zordur hem de kök kanalında düzleşme, dirsek (zip), basamak ve transportasyon gibi birçok prosedür hatalarına neden olabilmektedir. Özellikle eğri kök kanallarında nikel-titanyum döner alet eğeleri çelik el eğelerine göre kök kanalında daha

^α Necmettin Erbakan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Konya

^β Süleyman Demirel Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Isparta

merkezi ve etkili olarak çalışılmasına imkan tanımaktadır.⁴ Karmaşık kök kanal anatomisinin olası etkisinin yanı sıra, uygun giriş kavileri, eğe dizaynları, uygulama rejimleri, klinisyenin deneyimi, dönme hızı, irrigasyon solüsyonları ve kayganlaştırıcıların kullanımı iyi bir kök kanalı şekillendirmesi için esas faktörlerdir.^{1,4,5}

Eğe sistemlerinin kendine özgü kesitleri ve konik açıları vardır. Özellikle eğri kök kanal yapılarında eğe sistemleri seçiminde bu kriterlere dikkat edilmektedir.¹ Eğimli kök kanallarında apikal genişliğin her artışı eğelerde bükülme dayanımını azaltmaktadır. Bu yüzden özellikle eğimli kök kanallarında apikal genişliği en fazla #35 yapılmasını tavsiye edilmiştir.¹

Revo-S (Micro-Mega Inc., Besancon, Fransa) eğe sistemi geleneksel nikel-titanyum alaşımından oluşan üçgen kesitli ve sabit konik açısına sahiptir.⁶ Lightspeed-LSX (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) eğe sistemi sadece apikalde etkin kesme yapan, uzun konik açısına sahip olmayan ve esnek şafta sahiptir.⁷

Kök kanal aletlerinin eğri kanallardaki etkinliğini inceleyen çalışmalarda kanal düzleşmesi, genişletme miktarı, transportasyon, merkezde kalma oranı, kök kanalı çap değişikliği, döngüsel yorulma direnci gibi parametreler incelenmektedir.⁸⁻¹¹

Revo-S ve Lightspeed-LSX eğe sistemlerinin çeşitli genişletme sistemleriyle karşılaştırıldığı çalışmalar bulunmakla birlikte bu iki sistemi karşılaştıran çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışma Revo-S ve Lightspeed-LSX eğe sistemlerinin eğimli mandibular molar mezial kök kanallarındaki etkinliğini incelemek için planlanmıştır. Bu amaçla merkezde kalma oranı, şekillendirilmiş alan, şekillendirilmemiş alan ve kök kanalı transportasyonu hesaplanmıştır. Sıfır hipotezi; "Bu çalışmada kullanılan farklı iki kök kanal eğe sistemi eğimli kök kanallarında kök kanalının orijinal yapısını değiştirmez" olarak kurulmuştur.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya otuz adet mandibular birinci molar dişlerin aşırı eğimli ($38.96 \pm 12.89^\circ$) mezial kökleri dahil edildi. Standardize edilmiş paralel teknikle her dişin periapikal radyografları çekildi ve Schneider tekniğine göre kök kanalı kurvatürleri hesaplandı.¹² Eşit olarak iki gruba ayrılan dişlerin çalışma boyu 19 mm olarak belirlendi ve kanal devamlılığı tespit edildi. Şekillendirme sırasında Bramante ve ark.¹³ tasarladığı mufla sisteminden faydalanıldı (Şekil 1). Akrilik rezin içerisine yerleştirilen dişlerden düşük hızlı testere (Isomet

2000, Buehler, IL, ABD) yardımı ile dişlerin apikal, orta ve koronal seviyelerinden kesitler alındı. Kesitlerden şekillendirme öncesi ve sonrasında stereo mikroskop (x40) ile dijital görüntüler alındı. Mufla sistemine sırasıyla yerleştirilmiş olan kesitlerde Revo-S (Micro-Mega Inc., Besancon, Fransa) ve Lightspeed-LSX (Discus Dental, Culver City, CA, ABD) eğeleri ile üreticinin talimatlarına göre düşük hızlı tork kontrollü endodontik motor (TCM 3000, Nouvag, Konstanz, Almanya) ile şekillendirmeler yapıldı. Çalışma hızı Revo-S için 350 rpm ve Lightspeed LSX için 1300 rpm olacak şekilde ayarlandı.



Şekil 1.

Bramante ve ark.¹³ tasarladığı mufla sisteminde akrilik rezin içerisine yerleştirilen dişler

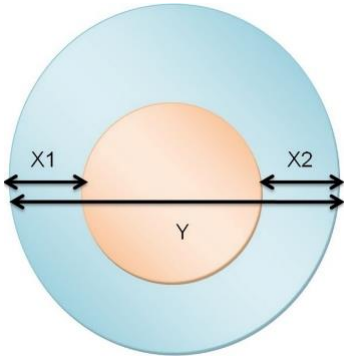
Lightspeed-LSX Grubu: 15 mandibular birinci molar dişin mezial kanalları ana apikal eğe (MAF) çalışma boyunda ISO 40'a kadar, daha sonra step-back tekniği ile 45-50-55 olacak şekilde koronal şekillendirme yapıldı. Şekillendirme, MAF apikal döner alet eğesi ile rekapitülasyon yapılarak tamamlandı.

Revo-S Grubu: 15 mandibular birinci molar dişlerin mezial kanalları aşağı yukarı hareketlerle basınçsız olarak yavaş ve kontrollü olarak çalışıldı. Mezial kanalların çalışma boyunun 2/3'ü SC1 (#25/0.06), SC2 (#25/0.04) ve SU (#25/0.06) eğeleri ile çalışma boyunda şekillendirme yapıldı.

Şekillendirme sırasında kök kanalları her alet değişiminde 2 mL % 2.5 NaOCl irrigasyon solüsyonu 30-G enjektör ile çalışma boyundan 1 mm kısa kullanılarak yıkandı. Son yıkama için 10 mL % 2.5 NaOCl kullanıldı.

Dijital görüntüler Image-J yazılım programı (National Institute of Health, Bethesda, MD, ABD) analiz edildi. Ölçümler için görüntüye uzunluğu bilinen bir metal çubuk (15 mm) görüntüye konarak kalibrasyon yapıldı.

Calhoun ve Montgomery¹⁴ tanımladığı şekilde merkezde kalma oranı (centering ratio) $(X1-X2)/Y$ formülü ile hesaplandı (Şekil 2). Şekillendirilmiş ve şekillendirilmemiş alan dijital görüntülerin öncesi ile sonrası üst üste monte edilerek Image J yazılım programı ile ölçüldü. Kök kanalı transportasyonu Setzer ve ark.¹ belirttiği gibi hesaplandı. Ayrıca her iki ege sisteminde alet kırığı, çalışma zamanı, apikal tıkanma ve çalışma boyu kaybı kaydedildi.



Şekil 2.

Merkezde kalma oranının $(X1-X2)/Y$ formülü ile şematik görüntüsü

SPSS 14.0 (SPSS, Chicago, IL, ABD) programı ile Bağımsız t testi, One-way ANOVA ve post-hoc Tukey testleri kullanılarak istatistiksel analiz uygulanmıştır ($P=0.05$).

BULGULAR

Kök kanal kesitlerinin ege sistemleri ile şekillendirmeden önceki ve sonraki stereo mikroskop görüntüleri Şekil 3'de gösterilmiştir. Lightspeed-LSX ile şekillendirilme sonrası, apikalde merkezde kalma oranı Revo-S'e göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha azdır ($P<0.05$). (Tablo 1). Apikalde Revo-S (0.26 mm^2) Lightspeed-LSX (0.15 mm^2)'e göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde dentin alanı kaldırmıştır (Tablo 2) ($P<0.05$). Şekillendirilmemiş alanda Revo-S ve Lightspeed-LSX için servikal (% 21.52 ve 7.28), orta (% 23.66 ve 6.00) ve apikalde (% 17.68 ve 5.41) istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir (Tablo 3) ($P<0.05$). Her iki genişletme sisteminde de meziyobukkalde ve distolingualde diğer bölgeye göre anlamlı derecede daha fazla transportasyon oluşmuştur ($P<0.05$) (Revo-S: apikal 0.21 mm, orta 0.11 mm, servikal 0.21 mm; Lightspeed-LSX: apikal 0.21 mm, orta 0.20 mm, servikal 0.20 mm), ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır (Tablo 4) ($P>0.05$). Apikal tıkanma, çalışma boyu kaybı ve alet kırığı her iki grupta da gözlenmemiştir. Revo-S (162.67 saniye) Lightspeed-LSX (235.2 saniye)'e göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha hızlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Tablo 1.

Merkezde kalma oranı

Gruplar	Bölgeler	Ortalama±SS
Lightspeed-LSX	Apikal*	0.1658±0.09
	Orta	0.1143±0.07
	Servikal	0.1105±0.08
Revo-S	Apikal*	0.2663±0.12
	Orta	0.2609±0.11
	Servikal	0.1760±0.12

*İstatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır ($P<0.05$).

Tablo 2.

Şekillendirilmiş dentin alanı (mm^2)

Gruplar	Bölgeler	Ortalama±SS
Lightspeed-LSX	Apikal*	0.1460±0.08
	Orta	0.2686±0.24
	Servikal	0.6769±0.33
Revo-S	Apikal*	0.2633±0.10
	Orta	0.2814±0.08
	Servikal	0.3812±0.17

*İstatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır ($P<0.05$).

Tablo 3.

Şekillendirilmemiş dentin alanı (%)

Gruplar	Bölgeler	Ortalama±SS
Lightspeed-LSX	Apikal*	% 5.41
	Orta*	% 6.00
	Servikal*	% 7.28
Revo-S	Apikal*	% 17.68
	Orta*	% 23.66
	Servikal*	% 21.52

*İstatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır ($P<0.05$).

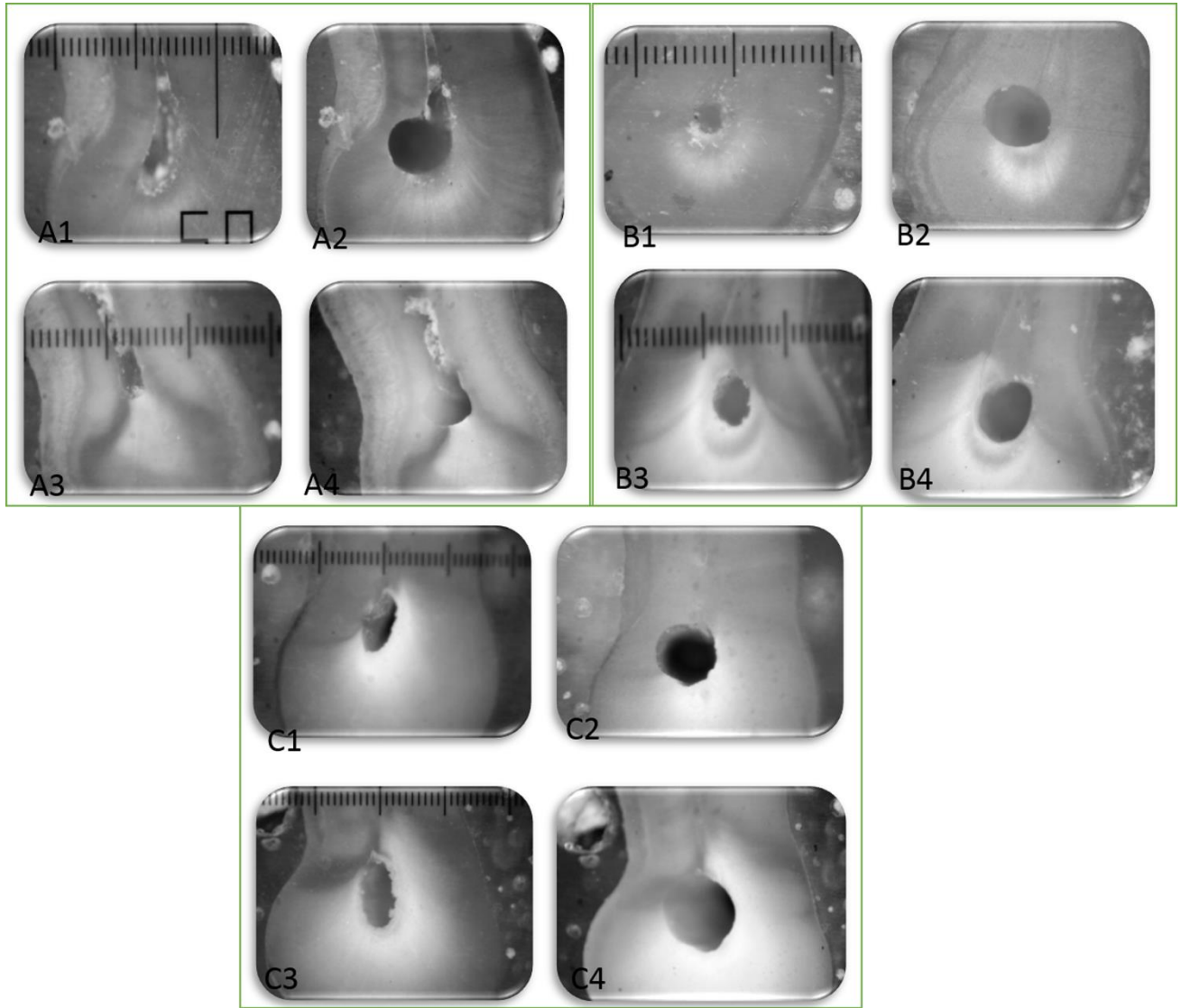
Tablo 4.

Kök kanalı transportasyonu (mm)

	Lightspeed-LSX				Revo-S			
	mb*	db	ml	dl*	mb*	db	ml	dl*
Apikal	0.21	0.23	0.18	0.17	0.16	0.16	0.22	0.21
Orta	0.11	0.12	0.16	0.14	0.11	0.17	0.13	0.20
Servikal	0.21	0.19	0.38	0.28	0.13	0.13	0.19	0.20

mb: meziyobukkal, db: distobukkal, ml:meziyolingual, dl: distolingual.

*İstatistiksel olarak anlamlı derecede farklıdır ($P<0.05$).



Şekil 3.

Kök kanalı şekillendirmesi öncesi ve sonrası stereo mikroskop (x40) ile kesit görüntüleri. **A1:** apikal üçlü Revo-S öncesi, **A2:** apikal üçlü Revo-S sonrası, **A3:** apikal üçlü Lightspeed-LSX öncesi, **A4:** apikal üçlü Lightspeed-LSX sonrası, **B1:** orta üçlü Revo-S öncesi, **B2:** orta üçlü Revo-S sonrası, **B3:** orta üçlü Lightspeed-LSX öncesi, **B4:** orta üçlü Lightspeed-LSX sonrası, **C1:** servikal üçlü Revo-S öncesi, **C2:** servikal üçlü Revo-S sonrası, **C3:** servikal üçlü Lightspeed-LSX öncesi, **C4:** servikal üçlü Lightspeed-LSX sonrası

TARTIŞMA

Bu çalışmanın sınırları dâhilinde Lightspeed-LSX ve Revo-S eğelerinin kök kanalında çalışma boyu kaybı olmaksızın üç boyutlu şekillendirilmesini sağlamıştır. Sıfır hipotezi reddedilmiştir, çünkü farklı kök kanal eğe sistemleri eğimli kök kanallarında kök kanalının orijinal yapısını değiştirmiştir.

Mufla sistem, kök kanal preparasyonunu değerlendirmede kullanılan en popüler in-vitro yöntem olmuştur. İlk kez Bramante ve ark.¹³ tarafından kanal çapındaki değişiklikleri değerlendirmek için geliştirilmiştir. Mufla içindeki rezin blok istenen düzlemde kesilip incelendikten sonra tekrar mufla içine yerleştirilerek işlem yapılabilmektedir. Böylelikle kanal alanı, şekillendirme şekli ve merkezde kalma oranı hesaplanabilir. Önceki ve sonraki veriler aynı örnekten alınıp kıyaslanabilmektedir.¹⁵

Kök kanal tedavisinin merkezi konumda kaldığını ve kök kanal transportasyonu olmadığını göstermek için sıfır noktası belirlenmiştir.⁵ Lightspeed-LSX ve Revo-S döner eğe sistemlerinde kök kanal transportasyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır, ancak Lightspeed-LSX ile sıfıra yakın değerler elde edilmiştir. Apikal transportasyonun 0.3 mm'den fazla olduğu zaman kök kanal doldurulmasını olumsuz etkilediği ortaya konmuştur.¹⁶ Lightspeed-LSX ve Revo-S apikal transportasyonda bu tehlikeli limite ulaşmamıştır. Buna karşın Knowles ve ark.¹⁷ yapmış oldukları çalışmada Lightspeed eğeleri ile 20 eğimli kök kanalının sadece birinde transportasyon yaptığını belirtmişlerdir.

Lightspeed-LSX eğelerinin düşük (% 2'lik) koniklik açısına sahip olmayan ince gövdesi, kesmeyen rehber ucu ve pozitif kesme ucunun olmaması esnekliğinin artmasını ve apikal transportasyonun azalmasını sağlamaktadır. Böylece eğimli kök kanallarında iyatrojenik hatalar daha az oluşmaktadır.¹⁸ Peters ve ark.¹⁹ yapmış oldukları çalışmada Ni-Ti el eğesi, Lightspeed ve GT döner alet eğeleri ile apikal genişletmenin 40 yapıldığında dentinde en fazla % 35 oranında temas edilmemiş alan kaldığını belirtmişlerdir. Diğer yandan apikal genişletmenin Lightspeed eğeleri ile 45 yapıldığında meziyobukkal ve meziyolingual köklerde transportasyon oluşmadığı rapor edilmiştir.²⁰ Ayrıca Lightspeed eğelerinin apikal 45 genişletme yapıldığında kök kanalı düzleşmesi % 1 olmaktadır.^{21,22} Bürklein ve ark.⁹ Mtwo, Hyflex-CM ve Revo-S ile eğimli kök kanallarında yapmış oldukları çalışmada, çalışma boyu kaybı ve kanal düzleşmesi Revo-S'de daha fazla, ayrıca Revo-S ile daha çok çalışma süresi gerektiğini belirtmişlerdir. Lightspeed-LSX eğe sisteminde enfeksiyonun elimine edilebilmesi için koronal açılama yapılması da gerekebilir ve bu durumda step-back tekniği veya geniş tepe açılı aletlerden yararlanılmaktadır. Bu konuda, Setzer ve ark.¹ tedavinin uzun sürdüğünü ve hibrit tekniklere ihtiyaç duyduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda benzer şekilde Lightspeed-LSX'in Revo-S'e göre kök kanalı şekillendirilmesi daha uzun sürmesi bu durumla açıklanabilir.

Revo-S eğelerinin devamlı konik açısı ve asimetric üçlü heliks kesite sahip olması onun kök kanalında yılan benzeri hareket yapmasına, eğe üzerindeki stresin azalmasına ve debrislere yukarı yönlü atılmasına sebep olmaktadır.^{23,24} Bu çalışmada iki farklı döner eğe sisteminin merkezde kalma oranı, şekillendirilmiş alan, şekillendirilmemiş alan ve kök kanalı transportasyonu incelenmiştir. Her iki döner alet sisteminde de kök kanalının farklı kesitlerinde kök kanal transportasyonu ve merkezde kalma oranı bulunmuştur. Literatürde farklı kesitlere sahip olan Revo-S ve Lightspeed-LSX eğeleri birçok çalışmada kök kanalındaki etkinlikleri araştırılmıştır ancak birbiri ile karşılaştırılmamıştır.

Bu çalışmada, Revo-S eğelerinin hem kesit sisteminin farklı olması, hem de kök kanalının genişletme yönteminin farklı olması nedeniyle şekillendirilmiş alan ve şekillendirilmemiş alanda farklılar gözlenmiştir. Lightspeed-LSX eğelerinin apikalde Revo-S eğelerine göre daha konservatif kök kanalı şekillendirilmesi yaptığı sonucuna varılmıştır, ancak Revo-S eğeleri daha uniform bir genişletme sağlamıştır. Bu farklılığın Lightspeed-LSX eğeleri ile apikalde yapılan #40 genişletmenin, step-back tekniğinin ve Revo-S eğelerinin 25/06 son eğesinin apikalden koronale doğru genişleyen uç yapısının neden olduğunu düşünülmektedir. Her iki döner alet

sistemlerinin kesitsel farklılıkları, değişken olan/olmayan konik açıları ve çalışma prensiplerindeki farklılıklarından dolayı eğe standardı sağlanamamıştır. Her iki eğe sisteminin firma standardı sağlanamamıştır. Her iki eğe sisteminin firma önerisi doğrultusunda çalışma yöntemi belirlenmiştir.

Kök kanal transportasyonu ve merkezde kalma oranı parametrelerinin artık güncel teknoloji ile birlikte mikro-bilgisayarlı tomografi (mikro-BT)'den faydalanılmaktadır. Revo-S eğelerinin bu parametreler için mikro-BT ile yapılmış çalışmalar bulunmaktadır.^{25,26} Sonuçları benzer şekilde merkezde kalma oranı ve kök kanal transportasyonu açısından uygun bulunmuştur. Protaper Next, Protaper Universal ve Revo-S eğelerinin kök kanalı genişletme etkinliklerinin karşılaştırıldığı mikro-BT çalışmasında, Protaper Next ve Revo-S daha az transportasyon ve daha merkezde kalma eğilimi göstermiş, ayrıca genişletme miktarları benzer sonuçlar vermiştir.⁶

SONUÇ

Lightspeed-LSX' in Revo-S' e göre daha merkezi kök kanalı şekillendirmesi yaptığı görülmüştür. Çalışma zamanı Revo-S eğe sistemi Lightspeed-LSX'e göre daha hızlıdır. Bu çalışma koşulları altında iki döner alet eğe sistemleri de orijinal kök kanal kurvatürüne sadık kalmıştır ve klinik kullanımları için uygundur.

Teşekkür

Prof. Dr. Sema Belli' ye destekleri ve tavsiyeleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Setzer FC, Kwon T-K, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequences. *J Endod* 2010; 36: 1226-9.
2. Card SJ, Sigurdsson A, Ørstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod* 2002; 28: 779-83.
3. McGurkin-Smith R, Trope M, Caplan D, Sigurdsson A. Reduction of intracanal bacteria using GT rotary instrumentation, 5.25% NaOCl, EDTA, and Ca (OH) 2. *J Endod* 2005; 31: 359-63.
4. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997; 23: 503-7.
5. Al-Sudani D, Al-Shahrani S. A comparison of the canal centering ability of ProFile, K3, and RaCe Nickel Titanium rotary systems. *J Endod* 2006; 32: 1198-201.
6. Kyaw Moe MM, Ha JH, Jin MU, Kim YK, Kim SK. Root Canal Shaping Effect of Instruments with Offset Mass of Rotation in the Mandibular First Molar: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod* 2018; 44: 822-7.
7. Marending M, Schicht O, Paqué F. Initial apical fit of K-files versus LightSpeed LSX instruments assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J* 2012; 45: 169-76.
8. Arora A, Taneja S, Kumar M. Comparative evaluation of shaping ability of different rotary NiTi instruments in curved canals using CBCT. *J Conserv Dent* 2014; 17: 35.
9. Bürklein S, Börjes L, Schäfer E. Comparison of preparation of curved root canals with H yflex CM and R evo-S rotary nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2014; 47: 470-6.
10. Çelik D, Taşdemir 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; 39: 278-82.
11. Deepak J, Ashish M, Patil N, Kadam N, Yadav V, Jagdale H. Shaping Ability of 5 (th) Generation Ni-Ti Rotary Systems for Root Canal Preparation in Curved Root Canals using CBCT: An In Vitro Study. *J Int Oral Health* 2015; 7: 57-61.
12. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971; 32: 271-5.
13. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987; 13: 243-5.
14. Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod* 1988; 14: 273-7.
15. Gluskin A, Brown D, Buchanan L. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT™ files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001; 34: 476-84.
16. Wu M-K, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod* 2000; 26: 210-6.
17. Knowles KI, Ibarrola JL, Christiansen RK. Assessing apical deformation and transportation following the use of LightSpeed root-canal instruments. *Int Endod J* 1996; 29: 113-7.
18. Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. *Int Endod J* 1998; 31: 103-11.
19. Peters OA, Schonenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J* 2001; 34: 221-30.
20. Glosso CR, Haller RH, Dove SB, Delrio CE. A Comparison of Root-Canal Preparations Using Ni-Ti Hand, Ni-Ti Engine-Driven, and K-Flex Endodontic Instruments. *J Endod* 1995; 21: 146-51.
21. Hulsmann M, Herbst U, Schafers F. Comparative study of root-canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary NiTi instruments. *Int Endod J* 2003; 36: 748-56.
22. Versumer J, Hulsmann M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using Profile.04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 2002; 35: 37-46.
23. Basrani B, Roth K, Sas G, Kishen A, Peters OA. Torsional profiles of new and used Revo-S rotary instruments: an in vitro study. *J Endod* 2011; 37: 989-92.
24. Hashem AAR, Ghoneim AG, Lutfy RA, Foda MY, Omar GAF. Geometric analysis of root canals prepared by four rotary NiTi shaping systems. *J Endod* 2012; 38: 996-1000.
25. Elsherief SM, Zayet MK, Hamouda IM. Cone-beam computed tomography analysis of curved root canals after mechanical preparation with three nickel-titanium rotary instruments. *J Biomed Res* 2013; 27: 326.
26. Vallaey K, Chevalier V, Arbab-Chirani R. Comparative analysis of canal transportation and centring ability of three Ni-Ti rotary endodontic systems: Protaper®, MTwo® and Revo-S™, assessed by micro-computed tomography. *Odontology* 2016; 104: 83-8.

Yazışma Adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Durmuş Alperen BOZKURT
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti AD
Karacığın Mahallesi, Ankara Cd. No:74
42050 Karatay, Konya
Tel : +90 332 220 00 26
Faks : +90 332 220 00 45
E Posta: alprnbzkrt@hotmail.com