WaveOne Gold sisteminin farklı rehber yol varlığı ve yokluğundaki şekillendirme etkinliğinin S şeklinde yapay kanallar üzerinde karşılaştırılması

Comparison of the shaping ability of WaveOne Gold system with or without different glide path techniques in simulated curved S-shaped root canals

Dr. Ayca Yılmaz
İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti A.D., İstanbul
Orcid ID: 0000-0002-9254-7710

Geliş tarihi: 2 Eylül 2019
Kabul tarihi: 9 Aralık 2019
doi: 10.5505/yeditepe.2020.22438

Yazışma adresi:
Dr. Ayca Yılmaz
Göktürk Merkez Mah. Göktürk Cad. No.30 B2 D7
Eyüp/İstanbul
Tel: 00905325163400
E-mail: aycasimsek@gmail.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, rotasyon ve resiprokasyon hareketleriyle çalışan rehber aletler varlığı ve yokluğunda WaveOne Gold sisteminin şekillendirme etkinliğinin S şeklindeki yapay kanallar üzerinde karşılaştırılmasıdır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada 45 adet S-kanallı, 0.02 koniklik açılı, ISO 15 rezin blok kullanılmıştır. Bloklar numaralandırılmış, yapay kanallar siyah mürekkeple boyanmıştır. Şekillendirme öncesi bloklar taranarak görüntüler kaydedilmiştir. Bloklar şekillendirme yöntemine göre 3 gruba ayrılmıştır (n=15), Grup A: WaveOne Gold (Primary, 25/.07), Grup B: ProGlider-WaveOne Gold ve Grup C: WaveOne Gold Glider-WaveOne Gold. Bütün bloklar şekillendirme sonrası kırmızı mürekkep ile boyanmış ve tekrar taranarak görüntüler kaydedilmiştir. Yapay kanalların işlem öncesi ve sonrası görüntüleri imaj analiz programı yardımıyla karşılaştırılmıştır. Kanalların iç ve dış bölgesinden kaldırılan rezin miktarları karşılaştırılan görüntüler üzerinden belirlenen 12 noktadan bilgisayar programı yardımıyla ölçülmüş, grupların şekillendirme etkinlikleri kanal transportasyonu ve merkezleme oranları açısından karşılaştırılmıştır. Veriler Shapiro-Wilk normallik testi, Kruskal Wallis ve Dunn'un çoklu karşılaştırma testi kullanılarak istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Karşılaştırılan kriterler açısından düz kuronal ve birinci eğim bölgesinde gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Apikal eğim bölgesinde ise A grubunun transportasyon değerleri B ve C grubundan istatistiki olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p=0,002$, $p=0,011$). Merkezleme değerleri karşılaştırıldığında, C grubunun apikal eğim bölgesindeki merkezleme değerleri A ve B grubunun değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p=0,001$, $p=0,001$).

Sonuç: Bu çalışmanın koşulları altında değerlendirildiğinde, WaveOne Gold sistemiyle S kanalların şekillendirilmesinde öncelikle resiprokasyon yapan WaveOne Gold Glider ile giriş yolu oluşturulduğunda apikal bölgede daha merkezi bir şekillendirme elde edilmektedir. Wave One Gold sistemi öncesi rehber yol oluşturmak apikal bölgedeki transportasyon miktarını azaltmaktadır.

Anahtar kelimeler: Merkezleme oranı, nikel titanyum, rehber yol, resiprokasyon, transportasyon.

SUMMARY

Aim: The aim of the present study was to compare the shaping ability of WaveOne Gold instruments with or without different glide path preparation in simulated curved S-shaped canals.

Materials and Methods: Fortyfive 0.02 taper, ISO 15 resin endo training S-blocks were studied. The simulated canals were dyed using black ink. Blocks were scanned and preinstrumentation images were recorded. The blocks were divided into 3 groups (n=15) according to the instru-

mentation protocole as, Group A: WaveOne Gold (Primary, 25/.07), Group B: ProGlider-WaveOne Gold and Group C: WaveOne Gold Glider-WaveOne Gold. All canals were then dyed again using red ink and scanned. Pre- and post-operative images were superimposed and evaluated at 12 defined points. The efficacy of the systems was compared based on the amount of canal transportation and centering ability. Data were statistically analyzed using the Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis and Dunn's tests.

Results: The transportation values at the apical curvature zone was statistically significantly higher for Group A than Groups B and C ($p=0.002$, $p=0.011$). Group C had significantly greater centering ability at the apical curvature zone ($p=0.001$, $p=0.001$). No statistically significant difference in the amount of transportation and centering ratio at the coronal straight and first curvature zones for the groups ($p>0.05$).

Conclusion: Within the limitations of this study, the glide path preparation using the reciprocating WaveOne Gold Glider improved the centering ability of WaveOne Gold system and the creation of a glide path yielded better results of canal transportation than using WaveOne Gold alone at the apical curvature zone of S-shaped canals.

Keywords: Canal transportation, centering ability, glide path, nickel-titanium, reciprocation.

GİRİŞ

Kök kanal tedavisinin başarısı temel olarak, şekillendirme, dezenfeksiyon ve doldurma adımlarının doğru uygulanmasıyla ilişkilidir. Kanal tedavisi işleminin ilk basamağı olan şekillendirme işlemi, sonraki aşamaların başarısını da direk olarak etkilemektedir. Şekillendirme sırasında kanalın orijinal şekline olabildiğince sadık kalabilmek, endodontik tedavilerde daha başarılı sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır.¹

Nikel titanyum (Ni-Ti) alet sistemlerinin, daha az transportasyona neden olarak daha merkezi şekillendirmeler oluşturduğu ve böylece eğri kanallarda başarılı ve etkin olarak kullanılabildikleri gösterilmiştir.² Ni-Ti döner aletlerde döngüsel ve bükülme yorgunluğu sonucu oluşan alet kırıkları riskini^{3,4} ve aletlerin kanala vidalanma etkisini azaltmak ayrıca aletlerin merkezleme oranını arttırmak amacıyla^{5,6} resiprokasyon hareketiyle kullanılan Ni-Ti sistemler kullanılmaya başlanmıştır. WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) sistemi resiprokasyon hareketiyle çalışan ve tek aletle şekillendirmeye dayanan güncel bir sistemdir. Farklı kanallar için farklı boyutta 4 kanal aleti içerir (Small (20/.07), Primary (25/.07), Medium (35/.06), Large (45/.05)). Aletler üzerindeki koniklik açıları değişkendir. Aletlerin kesiti 2'si aktif, 4 kesici kenar içeren paralelogramdır.⁷ Ni-Ti üzerine uygulanan tekrarlanan ısıtma ve soğutma ısıtma işlemi sonucu yüzeyde titanyum oksit tabakasının kalınlığı değişmektedir. Bu işlem sonucu bu sistemin aletleri 100-

140nm titanyum oksit kalınlığıyla hafıza kontrollü gold özelliği göstermektedir.⁷ Bu da sistemin aletlerinin esnekliğini ve dönme yorgunluğuna dirençlerini arttırmaktadır.⁸ Şekillendirme işleminin daha güvenli yapılabilmesi için rehber yol oluşturulması önerilmektedir.⁹ Böylece şekillendirme sırasında oluşabilecek hataların, alet kırılmalarının ve aletlerin kanalda maruz kaldığı vidalanma etkisinin azaldığı gösterilmiştir.¹⁰⁻¹³ Bu amaçla genellikle bütün sistemlerin kullanımından önce 10 numaralı K-tipi paslanmaz çelik el aletiyle kanala girilmesi önerilmektedir. El aletlerini takiben kullanılacak rehber yol için özel olarak üretilmiş Ni-Ti sistemler de mevcuttur. ProGlider (Dentsply Maillefer) ve WaveOne Gold Glider (Dentsply Maillefer) rehber yol için üretilmiş tek alet içeren sistemlerdir. ProGlider, M-wire Ni-Ti'dan üretilmiş, rotasyon hareketi ile çalışan, değişken konik açılı (.02-.08), tek kullanımlık bir alettir. WaveOne Gold Glider, Gold ısıtma işlemi görmüş, değişken konik açılı (.02-.06), resiprokasyon hareketi ile çalışan ve kanalda vidalama etkisi daha düşük olan tek kullanımlık bir rehber yol aletidir.⁷

Bu çalışmanın amacı, şekillendirilmesi klinik olarak zor olan S şeklindeki yapay kanallar üzerinde, rotasyon ve resiprokasyon hareketleriyle çalışan rehber aletler varlığı ve yokluğunda WaveOne Gold sisteminin şekillendirme etkinliğinin karşılaştırılmasıdır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada 45 adet S-kanallı, 0.02 koniklik açılı, 17 mm uzunluğunda rezin blok (Endo Training Bloc-S ISO 15, Dentsply Maillefer) kullanılmıştır.

Bloklar numaralandırılmış ve yapay kanallar enjektör yardımıyla siyah mürekkeple boyanmıştır (Pelikan, Hannover, Almanya). Şekillendirme öncesi bloklar bilgisayarda tarayıcıya yerleştirilerek (Epson Perfection V33 Scanner, Seiko Epson Corporation, Tokyo, Japonya) tarama işlemi yapılmış ve görüntüler JPEG formatında kaydedilmiştir. Sonrasında yapay kanallardaki siyah boya, distile su ile yıkanarak temizlenmiş ve rezin bloklar 3 gruba ($n=15$) ayrılarak aşağıda anlatıldığı gibi şekillendirilmişlerdir:

Grup A: WaveOne Gold (Primary, 25/.07)

Kanal açıklıkları ve çalışma boyu 10 numara K-tipi eğe (Dentsply Maillefer) ile kontrol edilmiştir. WaveOne Gold Primary aleti, üreticilerin tavsiyesi doğrultusunda, X Smart Plus tork kontrollü endodontik motorun (Dentsply Maillefer) içinde yüklü olan WaveOne Gold Primary seçeneği, resiprokasyon hareketiyle (150° saat yönünün tersine, 30° saat yönünde) kullanılmıştır. Wave One Gold Primary aleti öncelikle kanalların kural bölgesinde 3 mm'lik hafif ileri-geri hareketlerle uygulanmıştır. Her 3 mm'lik ilerlemeyi takiben kanal aleti kanaldan çıkarılıp üzerinde biriken debris temizlenmiş ve alet yüzeyi deformasyon varlığı açısından gözle kontrol edilmiştir. Arada 10 numara kanal eğesi ile rekapitülasyon ve irrigasyon yapıp

işlem çalışma boyuna ulaşana kadar tekrarlanmıştır.

Grup B: ProGlider + WaveOne Gold

Kanal açıklıkları ve çalışma boyu 10 numara K-tipi eğe ile kontrol edilmiştir. X Smart Plus tork kontrollü endodontik motorun içinde yüklü olan ProGlider seçeneği (rotasyon- 300 rpm hız, 2Ncm tork değerinde) ile pasif basınçla çalışma boyuna ulaşana kadar uygulanmıştır. Arada 10 numara kanal eğesi ile rekapitülasyon ve irrigasyon yapılmıştır. Çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra şekillendirmeye WaveOne Gold sistemi ile yukarıda anlatıldığı şekilde devam edilmiştir.

Grup C: WaveOne Gold Glider + WaveOne Gold

Kanal açıklıkları ve çalışma boyu 10 numara K-tipi eğe ile kontrol edilmiştir. X Smart Plus tork kontrollü endodontik motorun içinde yüklü olan WaveOne Gold Glider ayarı (resiprokasyon- 150° saat yönünün tersine, 30° saat yönünde) ile pasif basınçla ileri geri birkaç hamle çalışma boyuna ulaşana kadar uygulanmıştır. Arada 10 numara kanal eğesi ile rekapitülasyon ve irrigasyon yapılmıştır. Çalışma boyuna ulaşıldıktan sonra Wave One Gold sistemi yukarıda anlatıldığı şekilde uygulanarak şekillendirmeler tamamlanmıştır.

Bütün işlemler Ni-Ti şekillendirme sistemleri konusunda tecrübeli bir endodontist tarafından yapılmıştır. Her bir kanal aleti sadece bir yapay kanalın şekillendirilmesinde kullanılmıştır. Her şekillendirme aşamasında kanal açıklıkları 10 numara K-tipi eğe (Dentsply Maillefer) ile kontrol edilmiş ve aletler arasında 1 ml distile su ile irrigasyon yapılmıştır.

Bütün bloklar şekillendirme sonrası kırmızı mürekkep ile boyanmış ve tekrar tarayıcıda taranmıştır. Görüntüler JPEG formatında kaydedilmiştir. Yapay kanalların işlem öncesi ve sonrası görüntüleri imaj analiz programı yardımıyla (Adobe Photoshop CS6, San Jose, CA, ABD) şeffaflaştırılıp üst üste çakıştırılmıştır (Resim 1).

Resim 1. Çakıştırılmış görüntü üzerinde belirlenmiş 12 ölçüm noktasının örnek görüntüsü.

Elde edilen görüntüler üzerinde yapay kanalların uzun aksında dik olacak şekilde 12 ölçüm noktası Madureira ve ark.'nın¹⁴ açıkladığı yöntemle belirlenmiştir. Öncelikle 4 nokta işaretlenmiştir bunlar: 1. kanal başlangıcı; 3. Düz olan kuronal bölgenin sonu ve ilk eğimin başlangıç noktası; 2. 1.ve 3. noktaların orta noktası; 12. çalışma boyu. Sonrasında 3. Ve 12. Nokta arasında birbirine eşit uzaklıkta 7 nokta belirlenmiştir bunlar 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10. olarak numaralandırılmıştır. 10 ile 12. noktanın ortasına da 11. nokta işaretlenmiştir (Resim 2).

Resim 2. Şekillendirilme öncesi ve sonrası çakıştırılarak elde edilmiş görüntü örnekleri.

Son olarak noktalar 3 ana bölge olarak değerlendirilmiştir, düz kuronal bölge (1.-3. noktalar ve arası), birinci eğim bölgesi (4.-7. noktalar ve arası) ve apikal eğim bölgesi (8.-12. noktalar ve arası).

Yapay kanalların iç ve dış bölgesinden kaldırılan rezin miktarları çakıştırılan görüntüler üzerinden %150 büyütmeyle Image J 1.46r bilgisayar programı (National Institutes of Health, Bethesda, MA, ABD) yardımıyla ölçülmüştür.

Grupların şekillendirme etkinlikleri kanal transportasyonu ve merkezleme oranları açısından karşılaştırılmıştır.

Transportasyon değerleri, kanalın aynı ölçüm noktası üzerinden geçen çizgiden, iç ve dış taraftan kaldırılan rezin miktarlarının birbirinden çıkartılıp mutlak değerinin alınmasıyla hesaplanmıştır.

Merkezleme oranı değerleri, kanalın aynı ölçüm noktası üzerinden geçen çizgi üzerinden ölçülen iç ve dış taraftan kaldırılan rezin miktarlarından, dar olan tarafın ölçüm değerinin geniş olan tarafına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Bu çalışmada elde edilen verilerin analizi NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (NCSS, LLC, Utah, USA) paket programı ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metodların (ortalama, standart sapma, median, interquartil range) yanı sıra Shapiro-Wilk normallik testi ile değişkenlerin dağılımına bakılmış, normal dağılım göstermeyen değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında Kruskal Wallis testi, alt grup karşılaştırmalarında Dunn's çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Sonuçlar, $p < 0,05$ anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Gruplar için transportasyon değerleri karşılaştırıldığında, düz kuronal ($p=0,176$) ve birinci eğim ($p=0,071$) bölgesinde istatistiksel olarak gruplar arasında anlamlı fark bulunamıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Grupların bölgelere göre transportasyon değerleri.

Transportasyon		Grup A WaveOne Gold (n=15)	Grup B ProGlider- WaveOne Gold (n=15)	Grup C WaveOne Gold Glider - WaveOne Gold (n=15)	P
Düz Kuronal Bölge	Ort±SS	3,48±2,51	1,71±1,43	2,49±1,62	0,176
	Median (IQR)	3,47 (0,53-5,7)	1,33 (0,67-3,53)	2,5 (1-3,57)	
Birinci Eğim Bölgesi	Ort±SS	3,16±1,6	2,95±3,42	1,88±1,81	0,071
	Median (IQR)	3,23 (2,03-3,85)	1,75 (0,6-4,43)	1,33 (0,63-3,05)	
Apikal Eğim Bölgesi	Ort±SS	27,26±19,21	7,09±9,33	8,99±6,49	0,003*
	Median (IQR)	24 (7,9-44,5)	1,3 (0,3-10,5)	6,6 (5,8-15,1)	

Kruskal Wallis testi ($p<0,01$)*

Apikal eğim bölgesinde ise B ve C grupları arasında anlamlı farklılık gözlenemezken ($p=0,340$) A grubunun transportasyon değerleri B ve C grubundan istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p=0,002$, $p=0,011$). Grupların merkezleme değerleri karşılaştırıldığında, düz kuronal ($p=0,170$) ve birinci eğim ($p=0,266$) bölgeleri değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. (Tablo 2).

Tablo 2. Grupların bölgelere göre merkezleme oranları değerleri.

Merkezleme Oranı		Grup A WaveOne Gold (n=15)	Grup B ProGlider- WaveOne Gold (n=15)	Grup C WaveOne Gold Glider - WaveOne Gold (n=15)	P
Düz Kuronal Bölge	Ort±SS	0,73±0,09	0,65±0,12	0,71±0,12	0,170
	Median (IQR)	0,74 (0,64-0,82)	0,63 (0,58-0,75)	0,69 (0,6-0,84)	
Birinci Eğim Bölgesi	Ort±SS	0,62±0,18	0,57±0,10	0,61±0,22	0,266
	Median (IQR)	0,66 (0,43-0,8)	0,62 (0,45-0,65)	0,69 (0,56-0,73)	
Apikal Eğim Bölgesi	Ort±SS	1,47±0,81	1,42±1,51	3,44±1,52	0,001*
	Median (IQR)	1,5 (1,18-1,98)	0,92 (0,04-3,3)	4,04 (2,95-4,57)	

Kruskal Wallis testi ($p<0,01$)*

Apikal eğim bölgesinde ise A ve B grupları arasında anlamlı farklılık yokken ($p=0,395$), C grubunun merkezleme değerleri A ve B grubunun değerlerinden istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur ($p=0,001$, $p=0,001$).

TARTIŞMA

Kök kanalı şekillendirilmesindeki temel hedeflerden biri, orijinal kök kanal anatomisini korumaktır.^{1,15} Bununla birlikte, eğri kök kanallarında transportasyon gibi şekillendirme hataları meydana gelebilmektedir.¹⁶ Çeşitli çalışmalarda el aletleri ya da diğer mekanik sistemlerle rehber yol oluşturulmasının Ni-Ti sistemlerin daha güvenli kullanımını sağladığı gösterilmiştir.^{17,18} Rehber yol oluşturulmasının, transportasyon riskini azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur.^{19,20} Bu çalışmada WaveOne Gold sisteminin şekillendirme etkinliği transportasyon ve merkezleme oranı açısından, farklı rehber yol sistemleri varlığı ve yokluğunda, rezin bloklar üzerinde

karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Rezin bloklar çalışmalarda, şekillendirme işleminin etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla, şekillendirme işlemi öncesi ve sonrası görüntülerin karşılaştırılması yöntemiyle kullanılmıştır.^{10,20-24} Bu blokların, sistemlerin şekillendirme sonuçlarını ve performansını değerlendirmede standart koşullar sağlamakla birlikte, mikro sertliğinin dentinden farklı olması ve şekillendirme sırasında meydana gelen ısı ile yumuşayıp aletlerin bıçak yüzeyine tutunma gibi bazı dezavantajları da vardır.²⁴ Bu çalışmada da kanal boyunca oluşan değişimlerin doğrudan görsel olarak karşılaştırılması amacıyla rezin blokların kullanılması tercih edilmiştir.

Resiprokasyon yapan Ni-Ti sistemlerle şekillendirme öncesi rehber yol oluşturulmasının apikal bölgede daha merkezi şekillendirmeler meydana getirdiğini gösteren çalışmaların yanında,^{23,25} rehber yol oluşturmanın merkezleme oranına²⁶ ya da kanalın düzleşmesine etkili olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur. Berutti ve ark.'nın¹¹ yapay kanallar üzerinde WaveOne'in (Dentsply, Maillefer) rehber yol varlığı ve yokluğunda etkinliğini kanal eğimi ve kanal aksı üzerinde değerlendirdiği çalışmasında, rehber yol varlığının kanal modifikasyonlarını belirgin şekilde azalttığını göstermişlerdir. Nazari-moghadam ve ark.¹² resiprokasyon yapan şekillendirme sistemi öncesi rehber yol oluşturulmasının apikal bölgede transportasyonu azalttığını bildirmişlerdir. Bu veriler bu çalışmada rehber yol oluşturulan gruplarda, rehber yol olmayan gruba göre daha az transportasyon meydana gelmesi bulgusuyla uyumlu gözükmektedir.

Rehber yol varlığında WaveOne sistemiyle apikal bölgede daha merkezi şekillendirmeler oluşturulduğu çalışmalarda gösterilmiştir.^{23,25} Bu çalışmada apikal bölgede WaveOne Gold Glider ile oluşturulan rehber yol varlığında merkezleme oranları daha başarılıken, ProGlider grubuyla rehber yolun olmadığı grupta anlamlı bir fark oluşmamıştır. Aydın ve ark.²⁷ farklı rehber yol aletlerinin şekillendirme etkinliklerini çekilmiş dişlerde orta derece eğimli kök kanallarında mikro bilgisayarlı tomografiyle karşılaştırdıkları çalışmalarında, WaveOne Gold Glider'in merkezleme oranının ProGlider'dan daha başarılı olduğunu göstermişlerdir. Bu bulgu bu çalışmadaki WaveOne Gold Glider grubunun, ProGlider grubundan apikal bölgede daha merkezi oranlar vermesini desteklemektedir. Transportasyon değerleri karşılaştırıldığında, yine bu çalışmanın sonuçlarıyla uyumlu şekilde resiprokasyon yapan WaveOne Gold Glider ve rotasyon yapan ProGlider rehber yol sistemleri arasında anlamlı bir fark bildirilmemiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmanın koşulları altında değerlendirildiğinde, WaveOne Gold sistemiyle S kanalların şekillendirilmesinde öncelikle resiprokasyon yapan sistem Wave-

One Gold Glider ile giriş yolu oluşturulduğunda apikal bölgede daha merkezi bir şekillendirme elde edilmektedir. Wave One Gold sistemi öncesi rehber yol oluşturmak apikal bölgedeki transportasyon miktarını azaltmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004; 30: 559-567.
2. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Top* 2005; 10: 30-76.
3. Plotino G, Ahmed HM, Grande NM, Cohen S, Bukiet F. Current assessment of reciprocation in endodontic preparation: A comprehensive review – Part II: Properties and effectiveness. *J Endod* 2015; 41: 1939-1950.
4. Varghese NO, Pillai R, Sujathen UN, Sainudeen S, Antony A, ve ark. Resistance to torsional failure and cyclic fatigue resistance of ProTaper Next, WaveOne, and Mtwo files in continuous and reciprocating motion: An in vitro study. *J Conserv Dent* 2016; 19: 225-230.
5. Dhingra A, Kochar R, Banerjee S, Srivastava P. Comparative evaluation of the canal curvature modifications after instrumentation with one shape rotary and Wave One reciprocating files. *J Conserv Dent* 2014; 17: 138-141.
6. Roane JB, Sabala C. Clockwise or counterclockwise. *J Endod* 1984; 10: 349-353.
7. Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG ve ark. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*. 2018; 32: e67.
8. Gagliardi J, Versiani MA, de Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper universal in curved canals. *J Endod*. 2015; 41: 1718-1724.
9. Kirchhoff AL, Chu R, Mello I, Garzon AD, dos Santos M ve ark. Glide path management with single- and multiple-instrument rotary systems in curved canals: a micro-computed tomographic study. *J Endod* 2015; 41: 1880-1883.
10. Berutti E, Cantatore G, Castellucci A, Chiandussi G, Pera F ve ark. Use of nickel-titanium rotary PathFile to create the glide path: comparison with manual preflaring in simulated root canals. *J Endod* 2009; 35: 408-412.
11. Berutti E, Paolino DS, Chiandussi G, Alovise M, Cantatore G ve ark. Root canal anatomy preservation of WaveOne reciprocating files with or without glide path. *J Endod* 2012; 38: 101-104.
12. Nazarimoghadam K, Daryaeian M, Ramazani N. An in vitro comparison of root canal transportation by reciproc file with and without glide path. *J Dent (Tehran)* 2014; 11: 554-559.
13. Topçuoğlu HS, Düzgün S, Aktı A, Topçuoğlu G. Laboratory comparison of cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, Reciproc and WaveOne files in canals with a double curvature. *Int Endod J* 2017; 50: 713-717.
14. Madureira RG, Forner Navarro L, Llena MC, Costa M. Shaping ability of nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: e136-144.
15. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J* 2000; 33: 255-261.
16. Hülsmann M, Stryga F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endod* 1993; 19: 141-145.
17. Patiño PV, Biedma BM, Liébana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *J Endod* 2005; 31: 114-116.
18. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod* 2004; 30: 228-230.
19. Peters OA, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod J* 2003; 36: 93-99.
20. Bonaccorso A, Cantatore G, Condorelli GG, Schäfer E, Tripi TR. Shaping ability of four nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2009; 35: 883-886.
21. Ding-Ming H, Hong-Xia L, Cheung GS, Lan Z, Hong T ve ark. Study of the progressive changes in canal shape after using different instruments by hand in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2007; 33: 986-989.
22. Ersev H, Yilmaz B, Ciftçioğlu E, Ozkarsli SF. A comparison of the shaping effects of 5 nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 109: e86-93.
23. Yilmaz A, Kucukay ES, Istekepe M, Sisli SN, Ersev H ve ark. Comparison of the Shaping Ability of WaveOne Reciprocating Files with or without Glide Path in Simulated Curved S-shaped Root Canals. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2017; 7: 13-17.
24. Zhang L, Luo HX, Zhou XD, Tan H, Huang DM. The shaping effect of the combination of two rotary nickel-titanium instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 2008; 34: 456-458.
25. Lim YJ, Park SJ, Kim HC, Min KS. Comparison of the centering ability of Wave-One and Reciproc nickel-titanium instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod* 2013; 38: 21-25.
26. Coelho MS, Fontana CE, Kato AS, de Martin AS, da Silveira Bueno CE. Effects of glide path on the centering ability and preparation time of two reciprocating instruments. *Iran Endod J* 2016; 11: 33-37.
27. Aydın ZU, Keskin NB, Özyürek T, Geneci F, Ocak M

ve ark. Microcomputed assessment of transportation, centering ratio, canal area, and volume increase after single-file rotary and reciprocating glide path instrumentation in curved root canals: a laboratory study. J Endod 2019; 45: 791-796.