

Özgün araştırma makalesi

Resiprokasyon ve dönme hareketi yapan eğe sistemlerinin karşılaştırılması: uzaklaştırılan madde miktarı, toplam genişletme, kanal transportasyonu ve kanal eğimi değişimi

Fatma Yalpi Altun,¹ Özgür Uzun^{2*}

¹Merzifon Kara Mustafa Paşa Devlet Hastanesi, Amasya,

²Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmada Reciproc ve WaveOne resiprokasyon sistemleri ile ProTaper döner sistemin eğimli yapay kanalları şekillendirme yeteneklerinin ve güvenilirliklerinin karşılaştırılması amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM: Doksan adet akrilik blok üç gruba ayrıldıktan sonra yapay kanalların şekillendirme öncesi kanal eğim açıları ölçüldü ve blokların meziodistal, bukkolingual ve apikokoronal yönde işlem öncesi dijital görüntüleri alındı. Grup 1: ProTaper SX-F2, Grup 2: Reciproc R25, Grup 3: WaveOne Primary enstrüman sistemleri ile şekillendirildi. Şekillendirme işleminden sonra yapay kanalların kanal eğim açıları tekrar ölçüldü ve blokların meziodistal, bukkolingual ve apikokoronal yönde işlem sonrası dijital görüntüleri alındı. İşlem öncesi ve sonrasında alınan görüntüler özel bilgisayar programları kullanılarak karşılaştırıldı ve elde edilen görüntüler üzerinde ölçümler yapıldı.

BULGULAR: Meziodistal yön göz önünde bulundurulduğunda, eğimin iç kısmında ProTaper sistem, eğimin dış kısmında WaveOne sistem; bukkolingual yön göz önünde bulundurulduğunda, kanalın bukkal ve lingual kısmında WaveOne sistem, daha fazla madde uzaklaştırdı ($p<0.0083$; Bonferroni düzeltmesi). Toplam genişletme bakımından meziodistal yön göz önünde bulundurulduğunda ProTaper sistem, bukkolingual yön göz önünde bulundurulduğunda WaveOne sistem diğer sistemlerle göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla miktarda genişletme yaptı ($p<0.017$; Bonferroni düzeltmesi). En az miktarda kanal transportasyonu meziodistal yönde Reciproc sistem ile, bukkolingual yönde ise ProTaper sistem ile elde edildi

($p<0.017$). Reciproc grubundaki kanal eğim açısı değişimi, ProTaper ve WaveOne gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha azdı ($p<0.05$).

SONUÇ: Bu çalışmanın sınırları dahilinde, ProTaper ve WaveOne'nin uzaklaştırılan madde miktarı ve toplam genişletme miktarı bakımından daha etkin, Reciproc ve ProTaper'in kanal transportasyonu bakımından, Reciproc'un kanal eğim açısı değişimi bakımından daha güvenilir sistemler olduğu sonucuna varıldı

ANAHTAR KELİMELER: Endodonti; kök kanal tedavisi; kök kanalını hazırlama

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Yalpi Altun F, Uzun Ö. Resiprokasyon ve dönme hareketi yapan eğe sistemlerinin karşılaştırılması: uzaklaştırılan madde miktarı, toplam genişletme, kanal transportasyonu ve kanal eğimi değişimi. *Acta Odontol Turc* 2014;31(2):68-79.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Günümüzde kök kanal şekillendirmesinde paslanmaz çelik el eğeleri, nikel-titanyum (NiTi) el enstrümanları ve NiTi döner enstrümanlar kullanılmaktadır. Kök kanal enstrümanlarının ve şekillendirme tekniklerinin etkin ve güvenli şekilde kullanılıp kullanılmayacağına değerlendirilmesinde çalışma boyu değişimi, kanal transportasyonu, dentin uzaklaştırma miktarı, kanalda düzleşme ve sapma gibi ölçütler kullanılmaktadır. Yakın zamanda az sayıda enstrümanla güvenli şekillendirme sağlamaya yönelik yeni tek eğe resiprokasyon sistemleri piyasaya sürülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, endodonti kliniklerinde yaygın olarak kullanılan NiTi döner teknik ile yakın zamanda kullanılmaya başlanan NiTi tek eğe resiprokasyon tekniğinin şekillendirme etkinliklerinin ve güvenilirliklerinin, uzaklaştırılan madde miktarı, toplam genişletme miktarı, kanal transportasyonu ve kanal eğim açısı değişimi açısından hazır şeffaf akrilik blokların eğimli yapay kanallarında karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

Makale gönderiliş tarihi: 02 Nisan 2013; Yayına kabul tarihi: 05 Aralık 2013
*İletişim: Özgür Uzun, Endodonti Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, 06510, Emek, Ankara, Türkiye;
e-posta: ozguruzun@gazi.edu.tr

GEREÇ VE YÖNTEM

Kullanılan örnekler

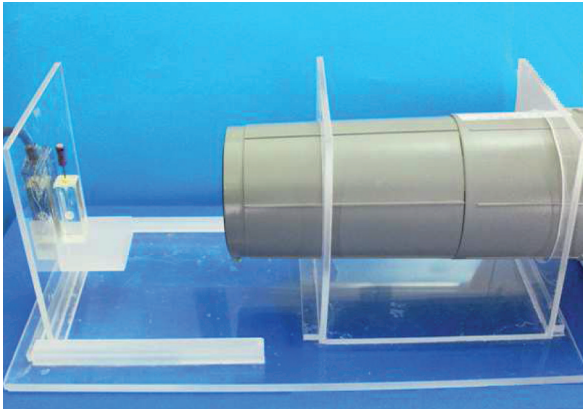
Bu araştırma için toplam 90 adet 19 mm ortalama kanal boyu, ISO 15 apikal foramen boyutu, 44-45° ortalama kanal eğimi ve 0.02 koniklik açısına sahip eğimli yapay kanalları olan şeffaf akrilik blok (VDW, Münih, Almanya) kullanıldı.

Blokların mat görünümlü alt tabanlarına polisaj yapılarak şeffaflaşmaları sağlandı. Blokların görüntü alınacak her bir yüzeyinde 3 mm boyunda ikişer oluk açıldı. Bloklar 30'ar bloktan oluşan üç gruba ayrıldı.

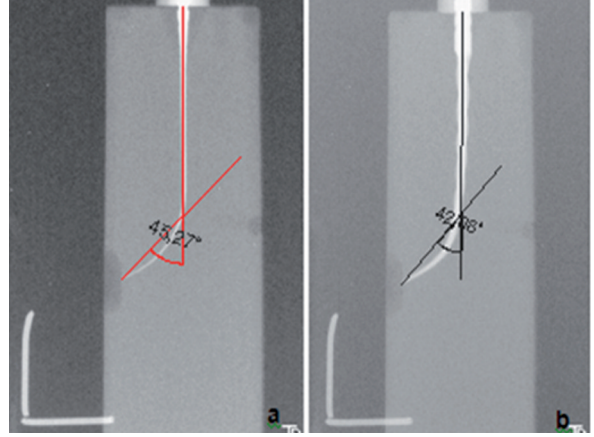
Deney düzeni

Doksan adet yapay kanaldan her birinin çalışma boyunun belirlenmesinin ardından, işlem öncesi kanal eğim açılarının ölçümü için, çalışma boyuna kadar #10 el eğesi yerleştirilerek dijital radyograf alındı. Radyografların alınması için 70 kVp ve 8 mA gücünde, 0.02-0.28 sn ışınlama süresi ve 16 inç odak noktası-sensör uzaklığı olan bir röntgen cihazı ve bir dijital radyografi sistemi (Trophy RadioVisioGraphy, Trophy Radiologie, Croissy-Beaubourg, Fransa) kullanıldı. Blokların şekillendirme öncesi ve sonrası dijital radyograflarının standart şekilde alınmasını sağlamak amacıyla standart bir pleksiglas düzenek kuruldu (Resim 1). Alınan dijital radyograflar, TIFF formatında bilgisayara aktarılarak kaydedildi. Radyograflar üzerinden CorelDRAW Graphics Suite X5 (Corel Corporation, Berkshire, İngiltere) programıyla Schneider yöntemi¹ kullanılarak her bir kanalın işlem öncesi eğim açıları ölçüldü ve kaydedildi (Resim 2).

Ardından her bir kanala siyah mürekkep (Pelikan, İstanbul, Türkiye) enjekte edildi. Her bir kanaldan, dijital fotoğraf makinesi (Pentax K200D SLR, Hoya Corporation, Tokyo, Japonya) kullanılarak makro büyütmeyle meziodistal, bukkolingual ve apikokoronal yönde olmak üzere toplam üç adet işlem öncesi dijital görüntü alındı



Resim 1. Blokların şekillendirme işlemi öncesi ve sonrası dijital radyograflarının standart şekilde alınmasını sağlamak amacıyla kurulan pleksiglas düzenek ve X-ışını tüpünün konumu.



Resim 2. Şekillendirme işlemi öncesi (a) ve sonrası (b) kanal eğim açılarının Schneider yöntemine göre ölçülmesi

(Resim 3). Görüntülerin standart şekilde alınabilmesi için blokla dijital fotoğraf makinesi arasındaki mesafenin ve açının sabitlenmesini sağlayan özel bir düzenek kuruldu. Görüntüler, bir bilgisayar programı ile (PK Tether version 0.4.5, PK Tether, Tokyo, Japonya) el teması olmadan çekildi ve TIFF formatında bilgisayara kaydedildi.

Blokların bukkalden alınan görüntüleri meziodistal, distalden alınan görüntüleri bukkolingual, alt tabandan alınan görüntüleri apikokoronal yön dijital görüntüler olarak adlandırıldı.

Şekillendirme işlemleri aynı araştırmacı tarafından yapıldı. İşlemler sırasında bloklar, metal mengeneye sıkıştırılarak sabitlendi. Şekillendirme sırasında kayganlaştırıcı olarak FileCare EDTA (VDW) kullanıldı. Şekillendirmeye başlamadan önce kanal girişine saf su enjekte edildi ve her enstrümandan sonra saf su ile irrigasyon yapıldı.

1. gruptaki 30 kanal, ProTaper Universal NiTi döner sistem enstrümanlarıyla şekillendirildi (SX-F2; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre). Enstrümanlar, X-Smart endodontik motora bağlı X-Smart angldrüva (Dentsply Maillefer) ile kullanıldı. Her kanal için yeni bir seri kullanıldı. Şekillendirme sırasında üretici tavsiyelerine uyuldu^{2,3} ve master apikal eğe (MAF) F2 olarak belirlendi.

2. gruptaki 30 kanal, Reciproc sistem enstrümanı ile şekillendirildi (R25; VDW). Enstrüman, VDW Silver Reciproc Endomotor'a bağlı Reciproc angldrüva ile kullanıldı. Şekillendirme sırasında üretici tavsiyelerine uyuldu.⁴ Her kanal için bir adet ve yeni bir enstrüman kullanıldı. Enstrüman için motorun hafızasında kayıtlı 'Reciproc all' programı kullanıldı.

3. gruptaki 30 kanal, WaveOn NiTi resiprosasyon sistem enstrümanı ile şekillendirildi (Primary; Dentsply Maillefer). Enstrüman, VDW Silver Reciproc Endomotor'a bağlı Reciproc angldrüva ile kullanıldı. Şekillendirme sırasında üretici tavsiyelerine uyuldu.⁵

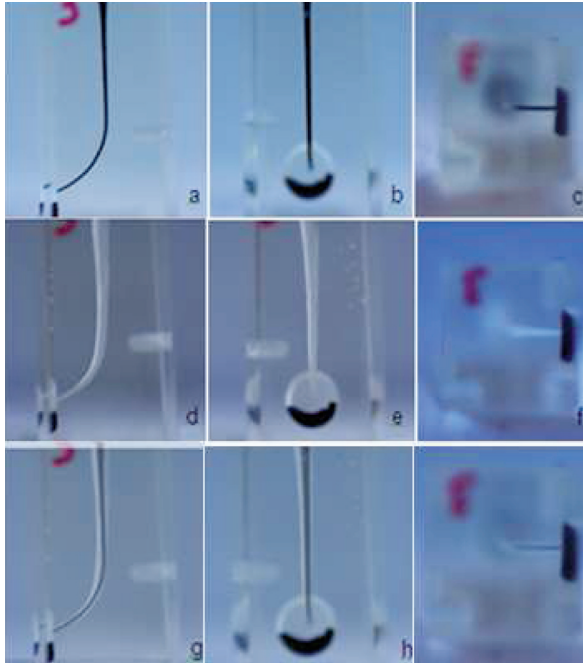
Şekillendirmenin ardından, her bir kanalın işlem sonrası çalışma boyu ve ardından kanal eğim açısı tespit edildi. İşlem sonrası kanal eğim açılarının ölçümü için, işlem sonrası ölçülen çalışma boyuna şekillendirme için son olarak kullanılan enstrümanlar yerleştirildi ve işlem öncesinde kullanılan radyografi sistemi, ayarlar ve düzener kullanılarak işlem sonrası dijital radyograflar alındı ve kaydedildi. Radyograflar üzerinden, işlem öncesinde kullanılan program ve yöntem kullanılarak, her bir kanalın işlem sonrası eğim açısı ölçüldü ve kaydedildi (Resim 2).

Ardından, her bir kanaldan işlem öncesi kullanılan düzener ile yine meziodistal, bukkolingual ve apikokoronal dijital görüntü alındı (Resim 3) ve bilgisayara kaydedildi.

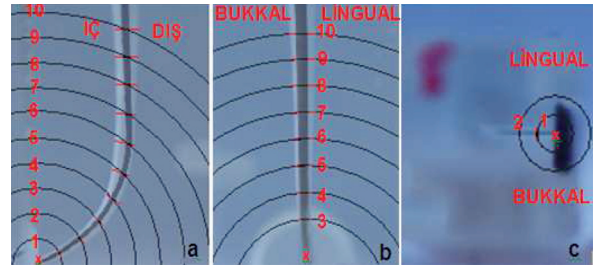
Aynı bloğa ait işlem öncesi ve sonrası görüntüler, bilgisayar programı yardımı ile (Adobe Photoshop CS3 Extended, Adobe Systems, San Jose, CA, ABD) blokların dış kenarları ve oluklar yardımıyla çakıştırıldı ve kompozit görüntüler elde edildi (Resim 3).

Kompozit görüntüler, ölçümlerin yapılacağı CorelDRAW Graphics Suite X5 (Corel Corporation) programına aktarıldı. Kalibrasyon için, blok yüzeylerinde açılmış, gerçek boyutu 3 mm olan oluklardan yararlanıldı.

Her bir bloğun meziodistal yön kompozit görüntüsüne aralarındaki doğrusal mesafe 1 mm olan, ardışık ve kanalın uç noktası merkezli 10 rehber çember, bukkolingual yön kompozit görüntüsüne 8 çember, apiko-



Resim 3. Her bir kanaldan şekillendirme işlemi öncesi (a-c) ve sonrasında (d-f) meziodistal, bukkolingual ve apikokoronal yönlerde alınan dijital görüntüler ve bu görüntülerin çakıştırılmasıyla elde edilen kompozit görüntüler (g-i)



Resim 4. Meziodistal (a), bukkolingual (b) ve apikokoronal (c) yönlerde yönlere, apikalden koronale doğru her bir seviye için, eğimin iç ve dış ve kanalın bukkal ve lingual kısımlarından uzaklaştırılan madde miktarları

koronal yön kompozit görüntüsüne 2 çember eklendi (Resim 4) ve bu seviyelerden ölçüm yapıldı. Her bir çemberin, orijinal kanal şekliyle kesiştiği nokta ile şekillendirmeden sonraki kanal şekliyle kesiştiği nokta arasındaki doğrusal mesafe ölçüldü. Her seviyeden eğimin iç kısmı ve dış kısmı olmak üzere 2 şer ölçüm yapıldı. Ölçülen mesafeler her bir seviye için uzaklaştırılan madde miktarı olarak kaydedildi.

Toplam genişletme miktarını hesaplamak için, ilgili seviyeden alınan 2 ölçüm matematiksel olarak toplandı. On seviyenin her biri için toplam genişletme miktarı kaydedildi.

Her seviye için kanal transportasyon miktarını hesaplamak için, aynı seviyeye ait 2 ölçüm birbirinden matematiksel olarak çıkartıldı. On seviyenin her biri için kanal transportasyonu miktarı kaydedildi.

Transportasyon hesaplamalarında, ölçülen değerlerde iç>dış ise meziodistal yöndeki kanal transportasyonunun '+' olduğu ve kanalın eğimin iç kısmına doğru transportasyon gösterdiği; iç<dış ise, meziodistal yöndeki kanal transportasyonunun '-' olduğu ve kanalın eğimin dış kısmına doğru transportasyon gösterdiği sonucuna varıldı. Bukkal>lingual ise bukkolingual yöndeki kanal transportasyonunun '+' olduğu ve kanalın bukkal kısma doğru transportasyon gösterdiği; bukkal<lingual ise, bukkolingual yöndeki kanal transportasyonunun '-' olduğu ve kanalın lingual kısma doğru transportasyon gösterdiği sonucuna varıldı. Kanal transportasyonu miktarının 0'a yakın olması, şekillendirmenin orijinal kanal şeklinde daha az sapmaya neden olduğunu gösterdi.

Meziodistal yönde apikalden itibaren ilk dört seviye apikal, sonraki üç seviye orta, en son üç seviye koronal üçlü olarak; bukkolingual yönde apikalden itibaren ilk iki seviye apikal; sonraki üç seviye orta; en son üç seviye koronal üçlü olarak; apikokoronal yönde her iki seviye apikal üçlü olarak değerlendirildi.

İstatistiksel analiz

Verilerin analizi SPSS for Windows 11.5 paket programında yapıldı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD). Tanımla-

yıcı istatistikler ortanca şeklinde gösterildi. Gruplar arasında ortanca değerler yönünden farkın önemliliği Kruskal Wallis testiyle incelendi. Kruskal Wallis testi sonucunun önemli bulunması halinde Conover'in parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak farka neden olan durumlar belirlendi. Gruplar içerisinde istatistiksel olarak anlamlı değişimin olup olmadığı Wilcoxon İşaret testiyle değerlendirildi. $p < 0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Olası çoklu karşılaştırmalarda Tip I hatanın kontrolü için Bonferroni düzeltmesine başvuruldu. Bonferroni düzeltmesine göre, uzaklaştırılan madde miktarlarında gruplar arasında $p < 0.0083$ ve üçlü bölgeleri arasında $p < 0.0028$ için; toplam genişletme miktarlarında gruplar arasında $p < 0.017$ ve üçlü bölgeleri arasında $p < 0.0056$ için; kanal taşıması miktarlarında gruplar arasında $p < 0.017$ ve üçlü bölgeleri arasında $p < 0.0056$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Uzaklaştırılan madde miktarı bulguları

Bölgelerin karşılaştırılması

Meziyodistal yön

ProTaper sistemin eğimin iç kısmında üçlü bölgelerinden uzaklaştırdığı madde miktarları arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0.0028$). Sıralama orta>koronal>apikal

şekindedir. Eğimin dış kısmında anlamlı fark bulundu ($p < 0.0028$). Sıralama koronal>apikal>orta şeklindedir (Tablo 1).

Reciproc ve WaveOne sistemlerin eğimin iç kısmında uzaklaştırdıkları madde miktarları arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0.0028$). Sıralama her biri için orta>koronal>apikal şeklindedir. Eğimin dış kısmında koronal>orta>apikal şeklindedir ($p < 0.0028$). Orta ve apikal üçlülerden uzaklaştırdıkları madde miktarları arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.0028$; Tablo 1).

Bukkolingual yön

Tüm sistemlerin kanalın bukkal kısmında uzaklaştırdıkları madde miktarları arasında anlamlı fark bulundu ($p < 0.0028$). Kanalın lingual kısmında anlamlı fark bulundu ($p < 0.0028$). Her iki kısmında da sıralama koronal>orta>apikal şeklindedir (Tablo 1).

Sistemlerin karşılaştırılması

Meziyodistal yön

Koronal üçlüde eğimin iç kısmında uzaklaştırılan madde miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p < 0.0083$). Sıralama ProTaper>WaveOne>Reciproc şeklindedir ($p < 0.0083$). Eğimin dış kısmında üç sistem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.0083$). Sıralama WaveOne>Reciproc>ProTaper şeklindedir (Tablo 1).

Tablo 1. Meziyodistal ve bukkolingual yönlerde uzaklaştırılan madde miktarlarının gruplara ve bölgelere göre dağılımı

Bölge	ProTaper	Reciproc	WaveOne	p-değeri*
Meziyodistal-iç				
Apikal	0.17 (0.057) ^{Aa}	0.14 (0.029) ^{ABa}	0.13 (0.030) ^{Ba}	0.004
Orta	0.46 (0.122) ^{Ab}	0.30 (0.045) ^{Bb}	0.33 (0.075) ^{Bb}	<0.001
Koronal	0.38 (0.142) ^{Ac}	0.22 (0.075) ^{Bc}	0.29 (0.058) ^{Cc}	<0.001
Meziyodistal-dış				
Apikal	0.20 (0.064) ^{Aa}	0.20 (0.028) ^{Aa}	0.23 (0.040) ^{Ba}	<0.001
Orta	0.13 (0.114) ^{Ab}	0.21 (0.050) ^{Ba}	0.24 (0.079) ^{Ca}	<0.001
Koronal	0.33 (0.149) ^{Ac}	0.36 (0.071) ^{Ab}	0.38 (0.057) ^{Ab}	0.045
Bukkolingual-bukkal				
Apikal	0.12 (0.045) ^{Aa}	0.12 (0.048) ^{Aa}	0.14 (0.044) ^{Aa}	0.056
Orta	0.17 (0.052) ^{Ab}	0.17 (0.036) ^{Ab}	0.21 (0.032) ^{Bb}	<0.001
Koronal	0.21 (0.047) ^{Ac}	0.25 (0.024) ^{Bc}	0.28 (0.053) ^{Cc}	<0.001
Bukkolingual-lingual				
Apikal	0.09 (0.066) ^{Aa}	0.15 (0.027) ^{Ba}	0.13 (0.056) ^{Ba}	<0.001
Orta	0.23 (0.041) ^{Ab}	0.28 (0.038) ^{Bb}	0.29 (0.047) ^{Bb}	<0.001
Koronal	0.34 (0.029) ^{Ac}	0.34 (0.040) ^{Ac}	0.39 (0.039) ^{Bc}	<0.001

*Kruskal Wallis testi, Bonferroni düzeltmesine göre $p < 0.0083$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Satırlar içerisinde aynı büyük harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0.0083$). Sütunlar içerisinde aynı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p > 0.0028$).

Orta üçlüde eğimin iç kısmında sıralama ProTaper>WaveOne>Reciproc şeklindedir. Reciproc ve WaveOne sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.0083$). ProTaper, diğer sistemlere göre anlamlı ölçüde daha fazla madde uzaklaştırdı. Eğimin dış kısmında üç sistem arasında anlamlı fark bulundu ($p<0.0083$). Sıralama WaveOne>Reciproc>ProTaper şeklindedir (Tablo 1).

Apikal üçlüde sıralama ProTaper>Reciproc>WaveOne şeklindedir. ProTaper ve WaveOne arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.0083$). Eğimin dış kısmında sıralama WaveOne>ProTaper=Reciproc şeklindedir. WaveOne, diğer sistemlere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla madde uzaklaştırdı ($p<0.0083$; Tablo 1).

Bukkolingual yön

Koronal üçlüde kanalın bukkal kısmında üç sistemin uzaklaştırdığı madde miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.0083$). Sıralama WaveOne>Reciproc>ProTaper şeklindedir. Kanalın lingual kısmında üç sistemin uzaklaştırdığı madde miktarları sırasıyla WaveOne>ProTaper=Reciproc şeklindedir. WaveOne sistem, diğer sistemlere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla madde uzaklaştırdı ($p<0.0083$; Tablo 1).

Orta üçlüde sıralama WaveOne>ProTaper=Reciproc şeklindedir. WaveOne, diğer sistemlere göre anlamlı ölçüde daha fazla madde uzaklaştırdı ($p<0.0083$). Kanalın lingual kısmında sıralama WaveOne>Reciproc>ProTaper şeklindedir. Reciproc ve WaveOne, ProTaper sisteme göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla madde uzaklaştırdı ($p<0.0083$; Tablo 1).

Apikal üçlüde kanalın bukkal kısmında üç sistemin uzaklaştırdığı madde miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.0083$). Üç sistemin uzaklaştırdığı madde miktarları sırasıyla WaveOne>ProTaper=Reciproc şeklindedir. Kanalın lingual kıs-

mında sıralama Reciproc>WaveOne> ProTaper şeklindedir. Reciproc ve WaveOne sistemler, ProTaper sisteme göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla madde uzaklaştırdı ($p<0.0083$, Tablo 1).

Toplam genişletme miktarı bulguları

Bölgelerin karşılaştırılması

Meziyodistal ve bukkolingual yönlerde tüm sistemlerin kanalın koronal, orta ve apikal üçlülerde yaptığı toplam genişletme miktarları arasında anlamlı fark bulundu ($p<0.0056$). Üç sistem için sıralama koronal>orta>apikal şeklindedir. (Tablo 2).

Sistemlerin karşılaştırılması

Meziyodistal yön

Koronal ve orta üçlülerdeki toplam genişletme miktarları değerlendirildiğinde, sıralama ProTaper>WaveOne>Reciproc şeklindedir ($p<0.017$; Tablo 2).

Apikal üçlüde sıralama WaveOne>ProTaper=Reciproc şeklindedir. Değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.017$; Tablo 2).

Bukkolingual yön

Koronal ve orta üçlüde üç sistem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.017$). Sıralama WaveOne>Reciproc>ProTaper şeklindedir (Tablo 2).

Apikal üçlüde sıralama Reciproc=WaveOne>ProTaper şeklindedir ($p<0.017$; Tablo 2).

Kanal transportasyonu miktarı ve yönü bulguları

Bölgelerin karşılaştırılması

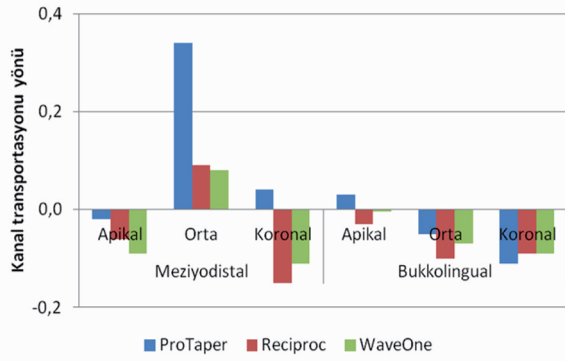
Meziyodistal yön

ProTaper sistemin kanalın koronal, orta ve apikal üçlülerde neden olduğu transportasyon miktarları değerlendirildiğinde, bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.0056$). Sıralama apikal<koronal<orta

Tablo 2. Meziyodistal ve bukkolingual yönlerde toplam genişletme miktarlarının gruplara ve bölgelere göre dağılımı

Bölge	ProTaper	Reciproc	WaveOne	p-değeri*
Meziyodistal				
Apikal	0.35 (0.066) ^{Aa}	0.35 (0.040) ^{Aa}	0.36 (0.032) ^{Aa}	0.401
Orta	0.59 (0.079) ^{Ab}	0.50 (0.031) ^{Bb}	0.57 (0.043) ^{Ab}	<0.001
Koronal	0.71 (0.054) ^{Ac}	0.58 (0.039) ^{Bc}	0.66 (0.030) ^{Cc}	<0.001
Bukkolingual				
Apikal	0.21 (0.037) ^{Aa}	0.27 (0.039) ^{Ba}	0.27 (0.028) ^{Ba}	<0.001
Orta	0.40 (0.037) ^{Ab}	0.45 (0.038) ^{Bb}	0.50 (0.034) ^{Cb}	<0.001
Koronal	0.55 (0.047) ^{Ac}	0.58 (0.034) ^{Bc}	0.66 (0.051) ^{Cc}	<0.001

*Kruskal Wallis testi, Bonferroni düzelmesine göre $p<0.017$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Satırlar içerisinde aynı büyük harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.017$). Sütunlar içerisinde aynı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.0056$).



Şekil 1. Meziyodistal ve bukkolingual yönler için gruplara ve bölgelere göre kanal transportasyonu yönleri (Meziyodistal yön için negatif değerler eğimin dış kısmına doğru transportasyonu ve pozitif değerler eğimin iç kısmına doğru transportasyonu, bukkolingual yön için negatif değerler kanalın lingualine doğru transportasyonu ve pozitif değerler kanalın bukkaline doğru transportasyonu göstermektedir)

şeklinde. (Tablo 3). Transportasyon yönü değerlendirildiğinde, ProTaper koronal ve orta üçlüde eğimin iç kısmına; apikalde eğimin dış kısmına doğru transportasyonuna neden olduğu bulundu (Şekil 1).

Reciproc sistemin transportasyon miktarları değerlendirildiğinde, sıralama apikal<orta<koronal şeklindedir. Koronal ve apikaldeki transportasyon miktarları arasında anlamlı fark bulundu ($p<0.0056$). Fakat koronal ve orta üçlülerde neden olduğu transportasyon miktarları arasında ve orta ve apikal üçlülerde neden olduğu transportasyon miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.0056$; Tablo 3). Transportasyon yönü değerlendirildiğinde, Reciproc sistem koronal ve apikal üçlülerde eğimin dış kısmına; orta üçlüde eğimin iç kısmına doğru transportasyonuna neden olduğu tespit edildi (Şekil 1).

WaveOne sistem için bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.0056$). Sıralama orta<apikal<koronal şeklindedir (Tablo 3). Transportasyon

yönü değerlendirildiğinde WaveOne sistem koronal ve apikal üçlülerde eğimin dış kısmına; orta üçlüde eğimin iç kısmına doğru transportasyonuna neden olduğu gözlemlendi (Şekil 1).

Bukkolingual yön

ProTaper sistemin transportasyon miktarları değerlendirildiğinde sıralama apikal=orta<koronal şeklindedir ($p>0.0056$; Tablo 3). Transportasyon yönü değerlendirildiğinde, ProTaper sistem, koronal ve orta üçlülerde lingual kısma; apikal üçlüde bukkal kısma doğru transportasyonuna neden oldu (Şekil 1).

Reciproc sistemin transportasyon miktarları değerlendirildiğinde, sıralama apikal<koronal<orta şeklindedir. Fakat kanalın koronal ve orta üçlülerdeki transportasyon miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.0056$). Apikalde diğer bölgelere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha az transportasyona neden oldu ($p<0.0056$) (Tablo 3). Transportasyon yönü değerlendirildiğinde, her üç bölgede transportasyon lingual kısma doğru gerçekleştiği saptandı (Şekil 1).

WaveOne sistemin transportasyon miktarları değerlendirildiğinde, sıralama apikal<orta<koronal şeklindedir. Fakat kanalın koronal ve orta üçlülerinde neden olduğu transportasyon miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.0056$). Apikalde diğer üçlülere göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha az transportasyona neden olduğu gözlemlendi ($p<0.0056$; Tablo 3). Transportasyon yönü değerlendirildiğinde, her üç bölgede transportasyon lingual kısma doğru gerçekleşti (Şekil 1).

Sistemlerin karşılaştırılması

Meziyodistal yön

Koronal üçlüde üç sistemin neden olduğu transportasyon miktarı değerlendirildiğinde, sistemler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.017$).

Tablo 3. Meziyodistal ve bukkolingual yönlerde kanal transportasyonu miktarlarının gruplara ve bölgelere göre dağılımı

Bölge	ProTaper	Reciproc	WaveOne	p-değeri*
Meziyodistal				
Apikal	0.05 (0.085) ^{Aa}	0.05 (0.070) ^{Aa}	0.09 (0.062) ^{Ba}	0.002
Orta	0.34 (0.222) ^{Ab}	0.09 (0.092) ^{Bab}	0.08 (0.115) ^{Ba}	<0.001
Koronal	0.12 (0.102) ^{Ac}	0.15 (0.160) ^{Ab}	0.11 (0.117) ^{Aa}	0.273
Bukkolingual				
Apikal	0.06 (0.075) ^{Aa}	0.04 (0.042) ^{Aa}	0.04 (0.050) ^{Aa}	0.105
Orta	0.06 (0.072) ^{Aa}	0.10 (0.055) ^{Bb}	0.07 (0.067) ^{ABb}	0.010
Koronal	0.11 (0.072) ^{Ab}	0.09 (0.052) ^{Ab}	0.09 (0.072) ^{Ab}	0.098

*Kruskal Wallis testi, Bonferroni düzelmesine göre $p<0.017$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Satırlar içerisinde aynı büyük harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.017$). Sütunlar içerisinde aynı küçük harflerle gösterilen bölgeler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.0056$).

Sıralama WaveOne<ProTaper<Reciproc şeklindedir (Tablo 3).

Orta üçlüde sistemler arasında sıralama WaveOne<Reciproc<ProTaper şeklindedir. Fakat Reciproc ve WaveOne arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.017$). Reciproc ve WaveOne sistemler, ProTaper'a göre daha az transportasyona neden olduğu görüldü ($p<0.017$; Tablo 3).

Apikal üçlüde sistemler arasında sıralama ProTaper=Reciproc<WaveOne şeklindedir. ProTaper ve Reciproc arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.017$). ProTaper ve Reciproc sistemler, WaveOne'a göre daha az transportasyona neden olduğu gözlemlendi ($p<0.017$; Tablo 3).

Bukkolingual yön

Koronal üçlüde üç sistem arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.017$). Transportasyonun miktarı sırasıyla Reciproc=WaveOne<ProTaper şeklindedir (Tablo 3).

Orta üçlüde sistemler arasında sıralama ProTaper<WaveOne<Reciproc şeklindedir. ProTaper ve Reciproc arasında anlamlı fark bulundu ($p<0.017$). ProTaper, Reciproc'a göre anlamlı ölçüde daha az transportasyona neden olduğu tespit edildi ($p<0.017$). Fakat ProTaper ve WaveOne arasında ve Reciproc ve WaveOne arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.017$; Tablo 3).

Apikal üçlüde üç sistem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0.017$). Üç sistemin neden olduğu transportasyonun miktarı sırasıyla Reciproc=WaveOne<ProTaper şeklindedir (Tablo 3).

Kanal eğim açısı değişimi bulguları

Her üç grupta da işlem sonrasında ölçülen kanal eğim açıları, işlem öncesinde ölçülenlerden istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha az bulundu ($p<0.017$). Şekillendirme, her 3 grupta kanal eğim açılarının azalmasına neden oldu. Kanal eğim açısı değişimi ortalamaları, ProTaper grubu için 1.34° , Reciproc grubu için 1.01° , WaveOne grubu için 1.38° 'dir. ProTaper ve WaveOne grupları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$). Reciproc grubundaki değişim, diğer

gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha azdır ($p<0.05$; Tablo 4).

TARTIŞMA

Günümüzde kök kanal şekillendirme tekniklerinde paslanmaz çelik el eğeleri, NiTi el enstrümanları ve NiTi döner enstrümanlar kullanılmaktadır.⁶ NiTi döner enstrümanlar, süperelastisite ve şekil hafızası gibi birtakım özelliklere sahiptir. Bu enstrümanların, eğimli kanallarda kanaldan sapma riskini azalttığı ve orijinal kanal şeklinin korunmasındaki etkinlikleri gösterilmiştir.⁷⁻⁹ Ancak bu enstrümanlar klinik uygulamada kırığa maruz kalabilirler ve çapraz kontaminasyona neden olabilirler. Bu riskleri ortadan kaldırmak amacıyla enstrümanların tek sefer kullanımı önerilmiştir.^{10,11} Fakat bu ekonomik bir yaklaşım olmadığından, şekillendirme için daha az sayıda enstrüman kullanımının daha yararlı olduğu sonucuna varılmıştır.¹⁰

Bir tip salınım hareketi olan resiprokasyon, 'tekrarlayan tarzda yukarı-aşağı veya ileri-geri hareket' anlamına gelmektedir. Resiprokasyon hareketinde enstrüman saat dönüş yönünde ve tersi yönde döndürülür. M-Wire (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, ABD), NiTi döner enstrümanların klinik performanslarının geliştirilmesi amacıyla geliştirilen süperelastik alaşımdır. Bu alaşımdan yapılan enstrümanların, geleneksel NiTi'den yapılanlarla karşılaştırıldığında, artmış esnekliğe ve dögüsel yorgunluk direncine sahip olduğu gösterilmiştir.¹²⁻¹⁶ Çalışmamızda, yakın zamanda farklı firmalar tarafından piyasaya sürülen ve şekillendirmede resiprokasyon hareketini ve M-Wire'dan üretilmiş tek kullanımlık tek eğeyi kullanan iki sistem Reciproc ve WaveOne incelendi. Bu sistemlerin şekillendirme yetenekleri ve güvenilirlikleri ProTaper döner sistem ile karşılaştırıldı. Sistemlerin şekillendirme yeteneklerinin değerlendirilmesinde uzaklaştırılan madde miktarı ve toplam genişletme miktarı, güvenilirliklerinin değerlendirilmesinde ise kanal transportasyonu ve eğim açısı değişimi parametreleri göz önünde bulunduruldu.

Literatür incelendiğinde Reciproc, WaveOne ve ProTaper sistemlerle ilgili çalışmalar görülmektedir.¹⁷⁻³⁴ Çalışmaların hiçbirinde Reciproc ve WaveOne sistemler ile

Tablo 4. Gruplara göre işlem öncesi ve sonrası kanal eğim açıları ve kanal eğim açısı değişimleri

Gruplar	İşlem öncesi	İşlem sonrası	p-değeri*	Değişim
ProTaper	44.6 (3.64)	43.3 (3.09)	<0.001	-1.34 (0.17) ^A
Reciproc	44.1 (4.14)	43.5 (4.56)	<0.001	-1.01 (1.01) ^B
WaveOne	44.2 (5.56)	43.1 (4.93)	<0.001	-1.38 (1.13) ^A

*Gruplar içerisinde işlem öncesi ve işlem sonrası durumlar arasında yapılan karşılaştırmalar; Wilcoxon işaret testi, Bonferroni düzeltmesine göre $p<0.017$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, Gruplar arasında işlem öncesine göre işlem sonrası durumdaki değişimler yönünden yapılan karşılaştırmalar, $p<0.05$ için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi, Değişim sütunu içerisinde aynı büyük harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p>0.05$).

ProTaper sistemin şekillendirme etkinlikleri ve güvenilirlikleri karşılaştırılmamıştır. Çalışmamızda, resiprokasyon hareketi ve döner hareketle kullanılan enstrümanların hazır şeffaf akrilik blokların eğimli yapay kanallarını şekillendirme yetenekleri ve güvenilirlikleri incelendi.

Şekillendirilmede kullanılan enstrüman ve tekniklerin şekillendirme yetenekleriyle ilgili araştırmalar, çekilmiş dişler veya şeffaf akrilik bloklar kullanılarak yapılmıştır.³⁵⁻³⁷ Çalışmamızda şeffaf akrilik blokların yapay kanallarının kullanımı tercih edildi. Yapay kanalların kullanımı, doku sertliğinin, kanal genişliğinin, eğim derecesinin, konumunun üç boyutlu olarak standardizasyonuna ve şekillendirme sırasında kanalın gözlemlenebilmesine olanak tanır.

Kök kanal eğimini ölçmek ve eğimin özelliklerini belirlemek için geliştirilmiş farklı yöntemler bulunmaktadır. Bunlar arasında en sık kullanılanı Schneider yöntemidir.¹ Çalışmamızda, kanalların eğim açıları, en sık kullanılan yöntem Schneider yöntemine göre ölçüldü ve sistemlerin kanal eğiminde değişikliğe neden olup olmadığı belirlendi.

Çalışmamızda, yapay kanalları farklı hareketler kullanılarak şekillendiren sistemlerin şekillendirme yetenekleri ve güvenilirlikleri fotoğraflama yöntemi kullanılarak 2 boyutlu olarak değerlendirildi. İki boyutlu tekniklerde, kanalların şekillendirme öncesi ve sonrası dijital görüntüleri alınır ve görüntüler bilgisayar yazılımıyla karşılaştırılarak ölçümler yapılır. Bu teknikler kolay ve kanaldaki geometrik değişikliklerle ilgili aydınlatıcı bilgi veren tekniklerdir, fakat hacim değişiklikleriyle ilgili bilgi vermezler.³⁸ Literatür incelendiğinde 2 boyutlu fotoğraflama tekniğinin kullanıldığı çalışmalarda, kanal şeklinin sadece tek yönde alınan görüntüye dayanılarak değerlendirildiği görülmektedir.^{18,27-31,33,34,39}

Çalışmamızda, enstrüman sistemlerinin uzaklaştırdığı madde miktarları, yaptığı toplam genişletme miktarları ve neden olduğu transportasyon hem meziodistal hem de bukkolingual ve apikokoronal yönlerden alınan görüntüler kullanılarak değerlendirildi ve çalışmaların çoğunluğunda incelenmeyen bukkolingual ve apikokoronal yönlerle ilgili bulgular da elde edildi.

Çalışmamızda dijital görüntülerin alınması sırasında fotoğraflama düzeneği, dijital radyografların alınması sırasında bir pleksiglas düzeneği kullanıldı. Fotoğraflama düzeneği, bloğun ve fotoğraf makinesinin şekillendirme öncesi ve sonrasında sabit pozisyonlandırılmasını ve görüntülerin standart şekilde alınmasını, pleksiglas düzeneği, X-ışını tüpünün konumu, röntgen cihazının sensörü ve akrilik bloğun sabit pozisyonlandırılmasını ve açılarının standart şekilde ölçülmesini sağladı. Alınan görüntüler ve radyograflar, görüntü kalitesinde kayıp olmaksızın düzenlenip kaydedilebilen ve iyi bir görüntü formatı olarak kullanılan TIFF dosya formatında bilgisayara kaydedildi.⁴⁰

Çalışmamızda, Reciproc tek ege resiprokasyon sistemi enstrümanı R25, WaveOne enstrümanı Primary ve ProTaper döner enstrümanlar SX-F2 üretici tavsiyelerine göre kullanıldı. Farklı kök kanal şekillendirme tekniklerinin şekillendirme etkinliklerinin karşılaştırılmasında, grupların benzer apikal preparasyon çaplarına sahip olması önemlidir.⁴¹ F2 enstrüman, R25 ve Primary enstrümanlarla benzer apikal uç çapına ve konikliğe sahiptir.

Çalışmamızda, yapay kanalların meziodistal ve bukkolingual yönlerde 10'ar seviyede ölçümü yapıldı. Her bloğun meziodistal kompozit görüntüsüne 10 rehber çember eklendi. Her bir bloğun tabanı orijinalinde mattır ve matlık kanalın apikal 2-3 mm'sinin görüntülenememesi ve incelenememesine sebep olmaktadır. Akrilik blokların tabanlarına polisaj yapılarak şeffaflaşmaları sağlandı ve apikokoronal yönde alınan görüntülerle kanalların apikal kısımlarının görüntülenmesi sağlandı. Her bir bloğun apikokoronal kompozit görüntüsüne, ölçümlerin net şekilde yapılmasını sağlayacak şekilde 2 çember eklendi. Geriye kalan 8 seviyedeki ölçümler bukkolingual yönde alınan görüntüler üzerinde yapıldı. Her bir bloğun bukkolingual görüntüsüne 8 rehber çember eklendi. Bukkingual yönde çemberlerin ve merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi sırasında, meziodistal görüntü üzerinde 10 numaralı çember ile yatay oluk arasında ölçülen mesafeden yararlanıldı. Bukkingual görüntü üzerinde de 10 numaralı çember ile yatay oluk arasında aynı mesafe olacak şekilde çemberler yerleştirildi. Bu sayede, meziodistal ve bukkolingual olarak aynı numaralı çemberler, yapay kanalın aynı noktasına denk getirilmeye çalışıldı.

Çalışmamızda her bir blok için 2 yönde ölçüm yapıldı, 40 mesafe ölçüldü. Toplam 90 blok kullanılarak 3600 mesafe ölçümü yapıldı (1800 meziodistal, 1800 bukkolingual). Ölçümler her seviye için uzaklaştırılan madde miktarı olarak kaydedildi. Her seviye için iç ile dıştan uzaklaştırılan madde miktarları ve bukkal ile lingualden uzaklaştırılan madde miktarları toplandı ve toplam değer her seviye için toplam genişletme miktarı olarak kaydedildi. Her seviye için iç ile dıştan uzaklaştırılan madde miktarları ve bukkal ile lingualden uzaklaştırılan madde miktarları arasındaki fark alındı ve fark değeri her seviye için transportasyon miktarı olarak kaydedildi. Transportasyon yönlerinin belirlenmesi sırasında transportasyon değerinin pozitif veya negatif olması göz önünde bulunduruldu.

Çalışmamızda ölçüm yapılan seviyeler bölgelere ayrıldı. Ölçüm seviyelerinin kanalın hangi bölgesine denk geldiğinin belirlenmesinde kanal eğimi dikkate alındı. Eğimin bulunduğu 5., 6. ve 7. seviyeler orta, bu seviyelerin apikalinde kalan seviyeler apikal, koronalinde kalanlar koronal üçlü olarak ayrıldı.

Meziodistal yönde, üç sistem de, eğimin iç ve dış kısmında, apikal üçlüde en az miktarda madde uzaklaş-

tırdı. Bu durumun nedeni, enstrümanların çaplarının apikal uç kısımlarda küçük olması ve apikal uçtan itibaren kesme yüzeyleri boyunca artmasıdır. Üç sistemde de eğimin iç kısmında orta üçlüden, dış kısmında koronal üçlüden diğer bölgelere göre daha fazla miktarda madde uzaklaştırdı. Bu durumun nedeni, kanal şekillerinin apikalden koronale doğru genişleyen şekil göstermesinin yanında, kanal eğimi olabilir.

Meziyodistal yönde, eğimin iç kısmında tüm üçlülerde ProTaper daha fazla miktarda madde uzaklaştırmış; eğimin dış kısmında, koronalde üç sistemin uzaklaştırdığı madde miktarı benzerken, orta ve apikalde Wave One daha fazla madde uzaklaştırmıştır. Eğimin iç ve dış kısımlarında elde edilen sonuçlar, kullanılan hareket tipine veya operatörün etkisine bağlanabilir. Diğer yandan, saat dönüş yönündeki döner hareket eğimin iç, saat dönüş yönü ve tersi yöndeki resiprokasyon hareketi eğimin dış kısmında enstrümanların kanal duvarlarına daha fazla temasına neden olmuş olabilir.

Bukkolingual yönde, kanalın bukkal kısmında koronal ve orta üçlülerde WaveOne daha fazla miktarda madde uzaklaştırdı ve apikal üçlüde üç sistemin uzaklaştırdığı madde miktarlarının benzer olduğu görüldü. Kanalın lingual kısmında, koronal üçlüde WaveOne, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında daha fazla miktarda madde uzaklaştırdı; orta ve apikal üçlülerde WaveOne ve Reciproc uzaklaştırılan madde miktarı açısından benzer bulundu ve bu sistemler ProTaper sistemle karşılaştırıldığında daha fazla miktarda madde uzaklaştırdı. Genel olarak bukkal ve lingualde kanalın birçok bölgesinde WaveOne grubunun uzaklaştırdığı madde miktarı diğer gruplara göre daha fazla bulundu. Bu durumun olası nedenleri, WaveOne enstrümanın konikliği, hareketin tipi veya operatörün etkisidir.

Kök kanallarının genişletilmesinin asıl hedefi, kök kanal sisteminin, anatomisi değiştirilmeden, temizlemesi ve şekillendirilmesidir. Özellikle eğimli kanallarda, enstrümanların kanalın merkezinde kalarak tüm duvarlardan hemen hemen eşit miktarlarda doku uzaklaştırması, orijinal kanal şeklinin korunmasını sağlar.³⁹

Strip perforasyon oluşumunda kök kanal duvarlarından uzaklaştırılan dentin miktarı ve şekillendirme sonrasında kalan dentin miktarı önemli parametrelerdir. Strip perforasyon açısından riskli bölgeler 'tehlikeli bölge' olarak adlandırılan ve dentin kalınlığının az olduğu alt büyük azı dişlerin mezial köklerinin furkal kısımları ve üst büyük azı dişlerin meziyobukkal köklerinin distal kısımlarıdır. Kullandığımız akrilik bloklar, kalan madde miktarı ile ilgili bilgi veremediğinden strip perforasyonlarla ilgili kesin sonuç çıkarılamamaktadır. Fakat eğimin iç kısmında ProTaper, eğimin dış kısmında ve kanalın bukkal ve lingual kısmında WaveOne, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında daha fazla madde uzaklaştırdığından

strip perforasyon açısından bu kısımlarda daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Meziyodistal ve bukkolingual yönlerde, üç sistemin de yaptığı toplam genişletme, kanalın apikalinden koronale doğru artmıştır. Genişleme miktarının apikalden koronale doğru artması, irriganların kanalın apikal üçlüsüne girişini kolaylaştırmaktadır. Diğer yandan kök kanallarının aşırı derecede genişletilmesi, kök kanal dentininin aşırı derecede incelmeye ve kökün kırık direncinin azalmasına neden olur. Bu nedenle kök kanallarının aşırı genişletilmesinden sakınılmalıdır. Yapay bloklar kalan madde miktarı ile ilgili bilgi vermemekle birlikte, hem meziyodistal hem de bukkolingual yönde, sistemlerin yaptığı genişletmelerin kanalın apikal üçlüsünden koronale doğru arttığı görüldü. Meziyodistal yönde ProTaper, bukkolingual yönde WaveOne sistem, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında, daha fazla genişletme yaptı. Bu nedenle, sistemlerin kanallarda yaptığı genişletme miktarlarının köklerin kırık direnci üzerine etkisinin olabileceği sonucuna varılabilir.

Çalışmamızda meziyodistal yönde, ProTaper ve Reciproc sistemlerin, apikal üçlüde daha az transportasyona neden olduğu ve WaveOne sistemin, kanalın farklı bölgelerinde neden olduğu transportasyon miktarları arasında fark olmadığı görüldü. Bukkolingual yönde, Reciproc ve WaveOne, apikal üçlüde diğer bölgelere göre daha az transportasyona neden olurken, ProTaper apikal ve orta üçlülerde eşit ve koronal üçlüye göre daha az transportasyona neden oldu. Genel olarak apikal üçlüdeki transportasyon miktarı, diğer bölgelere göre daha azdır. Bu durum muhtemelen, şekillendirmede kullanılan enstrümanların çaplarının apikal uçlarında küçük olması ve apikal uçtan itibaren artmasından kaynaklanmaktadır.

Meziyodistal yönde, ProTaper kanalın, koronal ve orta üçlüde eğimin iç kısmına, apikal üçlüde eğimin dış kısmına doğru transportasyonuna neden oldu. Her üç sistemin, apikal üçlüde eğimin dış kısmına doğru transportasyon meydana getirmesi, enstrümanların eşit apikal uç çaplarına ve apikal 3. mm'den başlayarak koronale doğru azalan konikliğe sahip olmasından kaynaklanabilir. Koronalde, ProTaper sistemin eğimin iç kısmına, diğer sistemlerin eğimin dış kısmına doğru; orta üçlüde ise tüm sistemlerin eğimin iç kısmına doğru transportasyon meydana getirmesi, operatör etkisinden, hareketten veya eğimin etkisinden kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmamızla benzer olarak, ProTaper enstrümanların, yapay veya doğal kanallarda apikalde eğimin dış kısmından, iç kısmına göre daha fazla madde uzaklaştırarak dış kısma doğru transportasyona neden olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır.^{18,31-33,41,42}

Meziyodistal yönde, tüm sistemler kanalların belirli bölgelerinde belirli miktarlarda transportasyona neden oldu. Fakat tüm üçlülerde ayrı ayrı elde edilen transpor-

tasyon bulguları birlikte değerlendirildiğinde, meziodistal yönde en az transportasyonun Reciproc sistemle elde edildiği sonucuna varılabilir. Enstrümanların kalınlıkları arttıkça, esneklikleri azalmakta ve transportasyona ne-den olma eğilimleri artmaktadır. ProTaper, Reciproc ve WaveOne enstrümanlar benzer apikal uç çapı ve koniklik oranları göstermesine rağmen, Reciproc enstrümanlar, diğer iki enstrümandan farklı olarak iki kesici kenarlı S-şekilli geometriye ve daha küçük enine-kesit alanına sahiptir. Bu özellik, Reciproc enstrümanın esnekliğini artırmaktadır.⁴³ Reciproc enstrümanın esnekliğindeki artışın, kanalda daha az transportasyon meydana getirmesinde önemli bir etken olduğu düşünülmektedir.

Özellikle eğimli kanalların şekillendirilmesi sırasında oluşabilen kanal transportasyonu, kanalının uzun ekseninin yer değiştirmesine ve kanalın bir kısmının şekillendirilmemiş olarak kalmasına neden olabilir.³⁷ Enfekte kanalların şekillendirilmesi sırasında meydana gelen ve özellikle apikalde görülen transportasyon, basamak veya tıkanmaya neden olarak inatçı apikal periodontitis oluşumunu artırır.^{44,45} Çalışmamızda en az transportasyon meziodistal yönde Reciproc, bukkolingual yönde ProTaper sistemle elde edildiğinden, bu sistemlerin kanalın uzun ekseninin ve orijinal şeklinin korunması bakımından daha güvenli olduğu sonucuna varılabilir. Diğer yandan şekillendirmede bu sistemlerin kullanımının, kanalın bazı kısımlarının şekillendirilmemiş olarak kalması ihtimalini azalttığı sonucuna varılabilir.

Şekillendirmeden sonra kanal eğimlerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi, şekillendirme tekniğinin, orijinal kanal anatomisini koruma veya kanal eğimlerini düzleştirme eğiliminin değerlendirilmesinde güvenilir bir yöntemdir. Çalışmamızda, şekillendirme öncesi ve sonrasında kanalların eğim açıları ölçüldü ve aralarındaki fark, kanal eğim açısı değişimi olarak adlandırıldı. Her üç sistemde de şekillendirme sonrasında ölçülen kanal eğim açıları, öncesinde ölçülenlerden daha az bulundu. Şekillendirme sonrasında her 3 grupta kanal eğim açıları azaldı, diğer bir deyişle kanallar düzleşti. Düzleşmenin nedeni, her üç sistemin de apikal uçluda kanalın eğimin dış kısmına doğru transportasyonuna neden olması olabilir. Her üç enstrümanın da, orijinal şekillerine geri dönme eğilimleri nedeniyle, kanalın apikal uçlüsünde eğimin dış kısmından, iç kısmına göre daha fazla madde uzaklaştırdığı ve apikalde kanalın eğimin dış kısmına doğru transportasyonuna neden olduğu görüldü. Eğim açısı değişimleri karşılaştırıldığında, değişimin, WaveOne grubunda, aralarındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamakla birlikte, ProTaper grubuna göre daha fazla olduğu ve Reciproc grubunda ise en az olduğu görüldü. WaveOne grubunda kanal eğim açısındaki azalmanın en fazla olması, kanalın apikal uçlüsünde eğimin dışına doğru diğer gruplara göre daha fazla transportasyona neden olmasına bağlanabilir.

Yapay eğimli kanallar veya çekilmiş dişlerin eğimli kanalları kullanılarak yapılan çalışmalarda, ProTaper döner enstrümanlarla yapılan şekillendirmenin, kanalların apikalde eğimin dış kısmına doğru transportasyonuna ve değişen derecelerde düzleşmesine neden olduğu gösterilmiştir.^{18,28-31,33} Bu çalışmaların sonuçları, ProTaper grubunda elde ettiğimiz eğim açısı değişimi sonuçlarıyla uyumludur.

Bürklein ve ark.¹⁷ Reciproc, WaveOne, Mtwo ve ProTaper sistemlerin çekilmiş dişlerin eğimli kanallarını şekillendirme yeteneğini değerlendirdikleri çalışmalarında, ortalama kanal düzleşme derecelerinin 2-3.15° arasında değiştiğini ve gruplar arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda düzleşme dereceleri 1.01-1.38° arasında değişmiştir ve WaveOne ve ProTaper arasında istatistiksel açıdan fark bulunmazken, Reciproc daha az değişime neden olmuştur. İki çalışmanın sonuçları arasındaki farklılığa, kullanılan örneklerin, gruplardaki örnek sayılarının, kullanılan kanalların, ProTaper grubunda son kullanılan enstrümanların farklı olması sebep olmuştur olabilir.

Berutti ve ark.¹⁹ yapay blokların eğimli kanallarının WaveOne Primary ve ProTaper NiTi döner enstrümanlarla (S1-F2) şekillendirilmesinden sonra kanalların eğiminde meydana gelen değişimleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, Primary eğe kullanımının, ProTaper sistemle karşılaştırıldığında, kanal eğiminde daha az değişime neden olduğunu ve orijinal kanal anatomisini daha iyi koruduğunu bildirmişlerdir. WaveOne enstrümanların performansının, resiprokasyon hareketinden, değişken enine-kesit şeklinden, M-Wire alaşımdan veya ters yöndeki kesici bıçaklarından kaynaklanıp kaynaklanmadığının anlaşılması için daha fazla çalışmaya gereksinim olduğunu belirtmişlerdir.¹⁹ Bizim çalışmamızda, kanal eğim açısı değişiminin, WaveOne grubunda, aralarındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamakla birlikte, ProTaper grubuna göre daha fazla olduğu bulundu. Bu açıdan, bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızla farklıdır.¹⁹ Bu çalışmada kanal eğimindeki değişimlerin değerlendirilmesi amacıyla CRr ve rAe denilen geometrik parametreler kullanılırken,¹⁹ çalışmamızda şekillendirmeden önce ve sonra ölçülen eğim açıları arasındaki fark kullanıldı. Çalışmaların sonuçları arasındaki farklılığın, kanal eğimindeki değişimlerin değerlendirilme yöntemindeki farklılıktan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Örnek sayısı veya istatistiksel yöntem de sonuçlar arasında farklılığa yol açan faktörler olabilir.

Şekillendirmeden sonra kanal eğimlerinde meydana gelen azalma, kanalın apikal kısmının eğimin dış kısmına doğru transportasyon gösterdiğini, orijinal kanal eğimlerinin düzleştiğini ve sonuçta orijinal kanal anatomisinin korunmadığını göstermektedir. Apikal transportasyonun önlenmesi, apikal foramenden taşırılabilir

debris miktarını ve postoperatif rahatsızlık olasılığını azaltarak iyi tıkamayan kanal dolgusu elde edilmesini sağlamaktadır.^{46,47} Kanalın herhangi bir bölgesinde transportasyon meydana gelmesi, bazı kısımlarda fazla genişletme yapılırken, bazı kısımlarda az genişletme yapılması veya dokunulmamış kısımların kalmış olması ihtimalini artırmaktadır. Bu bakımdan orijinal kanal şeklinin korunması, antimikrobiyal etkinliği artırmakta ve dış yapılarının zayıflatılması ihtimalini azaltmaktadır.⁴⁸

Çalışmamızın kök kanal eğimi değişimi bulguları göz önünde bulundurulduğunda, Reciproc sistemin WaveOne ve ProTaper sistemlere göre, orijinal kanal eğimini daha iyi koruduğu ve bu bakımdan orijinal kök kanal şeklinin korunmasında daha etkili olduğu sonucuna varılabilir.

SONUÇ

Üç enstrüman sistemi de kanalın apikal üçlüsünde en az miktarda madde uzaklaştırdı, en az miktarda genişletme yaptı ve en az miktarda transportasyona neden oldu. Eğimin iç kısmında ProTaper, dış kısmında WaveOne, kanalın bukkal ve lingual kısımlarında WaveOne, diğer sistemlerle karşılaştırıldığında daha fazla miktarda madde uzaklaştırdı. Meziyodistal yönde ProTaper, bukkolingual yönde WaveOne daha fazla miktarda genişletme yaptı. Meziyodistal yönde Reciproc, bukkolingual yönde ProTaper en az transportasyona neden oldu. Reciproc, eğim açısı değişimi açısından en güvenilir sistem olarak bulundu.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu çalışmayla ilgili herhangi bir çıkar çatışmalarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

TEŞEKKÜR VE ANMA

Bu araştırma makalesi, tez çalışması olarak Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 03/2011-19 proje numarası ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32:271-5.
2. Dentsplymailefer.com [Internet]. Ballaigues Switzerland: F19 02 85.X/03 / 2006 [updated 2009 April; cited 2013 Jan 10]. Available from: http://www.dentsplymea.com/sites/default/files/ProTaper_Universal_Treatment_DFU_1.pdf
3. Ruddle CJ. The ProTaper Technique. *Endod Topics* 2005;10:187-90.
4. VDW-dental.com [Internet]. Munich Germany [cited 2013 Jan 10]. Available from: <http://www.vdw-dental.com/en/products/reciprocating-preparation/reciproc.html>
5. Tulsadentalspecialties.com [Internet]. Johnson City: Dentsply International, Inc. [updated 2010 October; cited 2013 Jan 10]. Available from: http://www.tulsadentalspecialties.com/Libraries/Tab_Content_-_Endo_Access_Shaping/WaveOne_Reciprocating_File_DFU.sflb.aspx
6. Alaçam T. Kök kanallarının mekanik preparasyonları. *Endodonti. Ankara: Özyurt Matbaacılık*; 2012. p. 405-514.

7. Hülsmann M, Peters OA, Dummer P. Mechanical preparations of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics* 2005;10:30-76.
8. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-67.
9. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 1997;23:232-5.
10. Metzger Z, Basrani B, Goodis HE. Instruments, materials and devices. Cohen S, Hargreaves KM, eds. *Pathways of the pulp*. 10th ed. St. Louis: Mosby; 2011. p. 223-82.
11. Azarpazhooh A, Fillery ED. Prion disease: the implications for dentistry. *J Endod* 2008;34:1158-66.
12. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S, Namerow K. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of ProFile 25/04 rotary instruments. *J Endod* 2008;34:1406-9.
13. Shen Y, Cheung GS, Bian Z, Peng B. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *J Endod* 2006;32:61-5.
14. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:401-3.
15. Gao Y, Shotton V, Wilkinson K, Phillips G, Johnson WB. Effects of raw material and rotational speed on the cyclic fatigue of ProFile Vortex rotary instruments. *J Endod* 2010;36:1205-9.
16. Gambarini G, Gerosa R, De Luca M, Garala M, Testarelli L. Mechanical properties of a new and improved nickel-titanium alloy for endodontic use: an evaluation of file flexibility. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;105:798-800.
17. Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J* 2012;45:449-61.
18. Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;95:228-33.
19. Berutti E, Chiandussi G, Paolino DS, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, et al. Canal shaping with WaveOne Primary reciprocating files and ProTaper system: a comparative study. *J Endod* 2012;38:505-9.
20. Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod* 2012;38:541-4.
21. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GT, Kawakami DA. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod* 2012;38:684-7.
22. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod* 2012;38:850-2.
23. Dietrich MA, Kirkpatrick TC, Yaccino JM. In vitro canal and isthmus debris removal of the self-adjusting file, K3, and WaveOne files in the mesial root of human mandibular molars. *J Endod* 2012;38:1140-4.
24. Kim HC, Hwang YJ, Jung DW, You SY, Kim HC, Lee W. Micro-computed tomography and scanning electron microscopy comparisons of two nickel-titanium rotary root canal instruments used with reciprocating motion. *Scanning* 2013;35:112-8.
25. Pedullà E, Grande NM, Plotino G, Palermo F, Gambarini G, Rapisarda E. Cyclic fatigue resistance of two reciprocating nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Int Endod J* 2013;46:155-9.
26. Arias A, Perez-Higueras JJ, de la Macorra JC. Differences in cyclic fatigue resistance at apical and coronal levels of Reciproc and WaveOne new files. *J Endod* 2012;38:1244-8.
27. Giovannone T, Migliau G, Bedini R, Ferrari M, Gallottini L. Shaping outcomes using two Ni-Ti rotary instruments in simulated canals. *Minerva Stomatol* 2008;57:143-54.
28. Yang GB, Zheng YL, Xu WQ, Li HL, Wu HK. [Comparative study of shaping ability between rotary ProTaper and Flexofile]. *Hua Xi Kou Qi Ang Yi Xue Za Zhi* 2007;25:386-9.
29. Yong W, Gao XJ. [Assessment of shaping ability of ProTaper in curved canals]. *Hua Xi Kou Qi Ang Yi Xue Za Zhi* 2007;25:139-41.

30. Luo HX, Huang DM, Jia LH, Luo SG, Gao XJ, Tan H, *et al.* [Shaping ability of multi-taper nickel-titanium files in simulated resin curved root canal]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2006;24:339-42.
31. Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 2006;39:791-9.
32. Schirmeister JF, Strohl C, Altenburger MJ, Wrbas KT, Hellwig E. Shaping ability and safety of five different rotary nickel-titanium instruments compared with stainless steel hand instrumentation in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:807-13.
33. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2004;37:229-38.
34. Uzun O, Topuz O, Aydın C, Alaçam T, Aslan B. Enlarging characteristics of four nickel-titanium rotary instrument systems under standardized conditions of operator-related variables. *J Endod* 2007;33:1117-20.
35. Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centering and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (μ CT). *Int Endod J* 2012;45:514-23.
36. Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod* 2011;37:1394-7.
37. Hilaly Eid GE, Wanees Amin SA. Changes in diameter, cross-sectional area, and extent of canal-wall touching on using 3 instrumentation techniques in long-oval canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011;112:688-95.
38. Ounsi HF, Franciosi G, Paragliola R, Al-Hezaimi K, Salameh Z, Tay FR, *et al.* Comparison of two techniques for assessing the shaping efficacy of repeatedly used nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2011;37:847-50.
39. Franco V, Fabiani C, Taschieri S, Malentacca A, Bortolin M, Del Fabro M. Investigation on the shaping ability of nickel-titanium files when used with a reciprocating motion. *J Endod* 2011;37:1398-401.
40. Wikipedia [Internet]. Tagged image file format [cited 2013 Jan 10]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Tagged_Image_File_Format
41. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2003;36:288-95.
42. You SY, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. *J Endod* 2011;37:1296-300.
43. Dobó-Nagy C, Serbán T, Szabó J, Nagy G, Madléna M. A comparison of the shaping characteristics of two nickel-titanium endodontic hand instruments. *Int Endod J* 2002;35:283-8.
44. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod* 2007;33:1155-62.
45. Gorni FG, Gagliani MM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J Endod* 2004;30:1-4.
46. Pak JG, White SN. Pain prevalence and severity before, during, and after root canal treatment: a systematic review. *J Endod* 2011;37:429-38.
47. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Machado AG, Gahyva SM, Oliveira JC, *et al.* Incidence of postoperative pain after intracanal procedures based on an antimicrobial strategy. *J Endod* 2002;28:457-60.
48. Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P. A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *Int Endod J* 2009;42:1057-64.

Comparison of reciprocating and rotary instrumentation systems: the amount of removed material, total enlargement, canal transportation and curvature change

ABSTRACT

OBJECTIVE: To compare the shaping ability and safety parameters for Reciproc and WaveOne reciprocating system and ProTaper rotary system in simulated curved canals.

MATERIALS AND METHOD: Ninety resin blocks were divided into three groups, curvature angles were measured and pre-operative digital images in the mesiodistal, buccolingual and apicocoronal directions were taken. Simulated canals were instrumented as follows: group 1: ProTaper SX-F2; group 2: Reciproc R25 and group 3: WaveOne Primary instrument. After the shaping procedure, curvature angles were re-measured and post-operative digital images of the blocks in the mesiodistal, buccolingual and apicocoronal directions were taken. The pre-operative and post-operative images were superimposed by using a software and measurements were performed on composite images.

RESULTS: ProTaper system removed more material at the inner side of the curvature, WaveOne system removed more material at the outer side of the curvature at the mesiodistal direction, and the WaveOne system removed more material at both buccal and lingual sides at the buccolingual direction ($p < 0.0083$; Bonferroni correction). When the total enlargement was considered, ProTaper system made greater enlargement at the mesiodistal direction and WaveOne system made greater enlargement at the buccolingual directions compared with the other systems ($p < 0.017$; Bonferroni correction). The least amount of transportation was obtained with Reciproc system in the mesiodistal direction and with ProTaper system in the buccolingual direction ($p < 0.017$). The change of angle of canal curvature in Reciproc group was found, significantly, to be less than in ProTaper and WaveOne groups ($p < 0.05$).

CONCLUSION: Within the limits of the study, ProTaper and WaveOne systems were more effective regarding the amount of removed material and total enlargement, whereas Reciproc and ProTaper were safer regarding the canal transportation, and Reciproc was safer regarding the change of angle of canal curvature.

KEYWORDS: Endodontics; root canal preparation; root canal therapy