

TruNatomy ve Reciproc Blue Döner Alet Sistemlerinin Simüle Edilmiş Kök Kanalları Üzerinde Şekillendirme Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Metodolojik Çalışma

Evaluation of TruNatomy and Reciproc Blue Rotary Systems's Shaping Effectiveness on Simulated Root Canals: Methodological Study

¹ Fatih YAKIN^{a,b}, ² Aylin KALAYCI^a, ³ Ece YAKIN^c

^aAnkara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, Ankara, Türkiye

^bAnkara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti AD, Doktora Programı, Ankara, Türkiye

^cAnkara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi AD, Ankara, Türkiye

ÖZET Amaç: Simüle edilmiş rezin kanallar üzerinde yapılan bu deneysel çalışmada, TruNatomy (TN) ve Reciproc Blue (RB) döner alet sistemlerinin şekillendirme etkinlikleri kapsamında gözlenen merkezde kalma ve kanal transportasyonu oranları incelendi. **Gereç ve Yöntemler:** Otuz iki adet J-şekilli rezin blok (Endo Training Bloc; Dentsply, Maillefer, Tulsa, ABD) rastgele iki eşit gruba (Grup 1: TN, n=16; Grup 2: RB, n=16) ayrıldı. Preparasyon öncesi kanallar siyah mürekkeple boyanarak stereo mikroskopla görüntüleri kaydedildi. İlk grupta Reciproc Blue R25; ikinci grup TruNatomy Glider'ın ardından TruNatomy Prime kullanılarak kanal preparasyonu tamamlandı. Şekillendirmenin ardından kanallar kırmızı mürekkeple boyanarak stereo mikroskopla ikinci görüntüler alındı. Şekillendirme öncesi ve sonrası görüntüler karşılaştırılarak değişimler kaydedildi. Kruskal-Wallis varyans analiziyle veriler değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık sınırı <0,05 olarak kabul edildi. **Bulgular:** Apikalde bölgede TN merkezde kalma konusunda daha iyi sonuçlar gösterdi (p<0,01). Orta üçlü ve koronalde ise RB ve TN grupları arasında merkezde kalma açısından anlamlı bir fark bulunamadı. Toplam kanal uzunluğu değerlendirildiğinde merkezde kalma özelliğinde TN grubu daha iyi sonuçlar elde etti (p<0,01). Apikal ve orta üçlüde RB grubunun kanal transportasyonu oluşturmaya daha meyilli olduğu görüldü (p<0,01). Toplam kanal uzunluğu değerlendirildiğinde RB grubunda daha yüksek kanal transportasyon oranları tespit edildi (p<0,01). **Sonuç:** TN sisteminde daha az kanal transportasyonu ve merkezden sapma görüldü. TN sisteminin daha düşük koniklik açısına sahip olması ve farklı tasarım özelliklerinin bu sonucu açıklayabileceği düşünüldü.

ABSTRACT Objective: This experimental research studies and compares the shaping ability (centering ability, canal transportation) of Reciproc Blue (RB) and TruNatomy (TN) endodontic file systems in the preparation of moderately curved canals in simulated resin block. **Material and Methods:** 32 J-shaped resin blocks were randomly divided into 2 equal groups (Group 1: TN n=16; Group 2: RB, n=16). Specimens were dyed with black ink and photographed under stereomicroscope before preparation. Group 1 was treated with R25. Group 2 was treated with TruNatomy Glider and TruNatomy Prime. After instrumentation, specimens were dyed with red ink and photographed under stereomicroscope again. Before and after photographs were matched and measured. Data were evaluated by using Kruskal Wallis analysis of variance. The significance level was established at 0.5%. **Results:** In apical region, TN had better results about centering ability (p<0,01). In middle and coronal regions, no significant differences were found between TN and RB. When total canal length were examined, TN had better results about centering ability (p<0,01). In apical and middle regions, RB had more tendency about canal transportation (p<0,01). When total canal length were examined, higher canal transportation rates were recorded in RB group (p<0,01). **Conclusion:** TN system had better results about centering ability and canal transportation. Different design characteristics and lower taper rate of TN might have explained this results.

Anahtar Kelimeler: Kök kanal tedavisi; endodonti; dental araçlar

Keywords: Root canal therapy; endodontics; dental instruments

Correspondence: Fatih YAKIN

Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, Ankara, Türkiye

E-mail: yakinfatih@hotmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 30 Mar 2023

Received in revised form: 19 Jul 2023

Accepted: 15 Aug 2023

Available online: 05 Oct 2023

2146-8966 / Copyright © 2023 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Kök kanal şekillendirmesinin temel amacı; kanaldaki enfekte dokuları uzaklaştırmak ve hermetik bir kök kanal dolgusuna olanak sağlamaktır. Bununla birlikte tedavinin uzun dönemdeki başarısı için kök kanalının orijinal şekline sadık kalınarak sağlıklı kök dentinini muhafaza etmek de önemlidir. Karmaşık kök kanal morfolojileri kök kanal şekillendirmesini zorlaştırabilmektedir. Bunun sonucunda kök kanal sisteminin yetersiz dezenfeksiyonu, kanal transportasyonu, basamak oluşumu, kök kanal perforasyonu gibi şekillendirme hataları da meydana gelebilmektedir.^{1,2}

Nikel-titanyum (NiTi) döner alet sistemleri; özel alaşımlar kullanılarak farklı enine kesit geometrileri, koniklik açıları, kesici kenar tasarımı gibi çok çeşitli tiplerde üretilerek eğenin esnekliği ve dayanıklılığını artırmak; böylece iyatrojenik hataları en aza indirmek için geliştirilmişlerdir. NiTi alaşımın oranları ve mikro yapısı NiTi alaşımların mekanik davranışlarını belirler. Isıl işlemler eğenin mikro yapısını ve dolayısıyla mekanik davranışlarını kontrol etmek için uygulanan yöntemdir.^{3,4} Isıl işlem görmüş NiTi alaşımlar, daha esnek olan R fazı veya martensit faz içerirken, geleneksel NiTi alaşımlar östenit faz içermektedir.^{5,6} Isıl işlem görmüş NiTi eğelerin esnekliği ve döngüsel yorulma direncinin, geleneksel NiTi eğelere kıyasla daha fazla olduğu bildirilmiştir.⁷⁻¹⁰

Son yıllarda kanal preparasyon teknikleri oldukça gelişmiş olup; bu teknolojik gelişmeleri takiben klinik ortamda hekimlere daha esnek, kırılma direnci yüksek, farklı hareket tiplerinde çalışan NiTi eğelerle çalışma olanağı sunulmuştur.¹¹

Reciproc Blue (RB; VDW, Münih, Almanya), resiprokal hareketle çalışan döner alet sistemleri arasında en çok tercih edilen eğelerden birisidir. Bu eğe S şekilli enine kesit geometrisi ve uç kısımdan koronale doğru gidildikçe azalan değişken koniklik açılarına sahip olup ısıl işlem teknolojisiyle üretilmiştir.^{11,12} Böylece Reciproc'a göre daha esnek ve artmış kırılma direncine sahip hâle gelmiştir.¹³

TruNatomy (TN; Dentsply Sirona, Ballaigues, İsviçre) rotasyonel hareketle çalışan, ısıl işlem teknolojisi kullanılarak üretilmiş bir döner alet sistemidir. Bu sistemde farklı olarak, eğeler üretim

tamamlandıktan sonra yeniden ısıl işleme tabii tutulmaktadır. Böylece eğelerin esnekliği ve kırılma direnci artırılmıştır.^{14,15} TruNatomy, merkezi olmayan paralelkenar şeklinde enine kesit geometrisi, uç kısımdan koronale doğru azalan değişken koniklik açısı ve iki adet kesici kenara sahiptir.^{15,16}

Bu çalışmada, J-şekilli kök kanalının simüle edildiği rezin bloklarda TruNatomy ve Reciproc Blue döner alet sistemlerinin şekillendirme esnasında merkezde kalma oranları ve sebep oldukları kanal transportasyon miktarları karşılaştırılmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yapılmıştır.

ÖRNEKLERİN SEÇİLMESİ

Bu çalışmada, kök kanalının simüle edildiği 32 adet J-şekilli rezin blok (Endo Training Bloc; Dentsply, Maillefer, Tulsa, ABD) kullanıldı. Bu rezin bloklar rastgele, iki eşit gruba (Grup 1: TN, n=16; Grup 2: RB, n=16) ayrıldı.

Resin blokların standardizasyonu; kanal boyu 16 mm, apikal foramen çapı 0,15 mm, kanalın genişleme açısı 0,2, koronal yarıçap 6 mm ve eğim Schneider açısı 35 derece olacak şekildedir. Her kanal aleti simüle edilmiş kanallarda dört kez kullanıldıktan sonra atıldı.

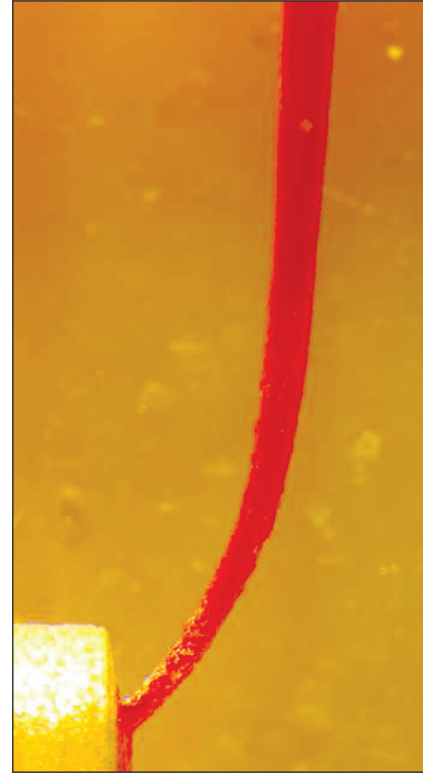
ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Preparasyon öncesinde simüle edilmiş rezin blokların tümü 30 gauge'luk insülin iğnesi ile siyah mürekkep (Faber Castell, Stein, Almanya) ile boyanmıştır (Şekil 1). Ardından 8 numaralı K tipi el aletiyle boyanın kanalda eşit olarak dağılması sağlanmıştır. Preparasyon sonrasında ise simüle edilmiş kanallar kırmızı mürekkep (Faber Castell, Stein, Almanya) kullanılarak yeniden boyanmıştır (Şekil 2).

Resin bloklar distorsiyonu elimine etmek ve görüntü standardizasyonunu sağlamak amacıyla bir platforma sabitlendi. Bütün bloklar preparasyon öncesi ve sonrasında stereo mikroskop kullanılarak x2 büyütmede fotoğraflandı. Her kanalda toplamda 22 adet ölçüm noktası belirlendi. Ölçüm noktaları; kanalın apikalinden başlayarak koronale doğru ilerle-



ŞEKİL 1: Şekillendirme öncesi kanalın siyah mürekkeple boyanması.

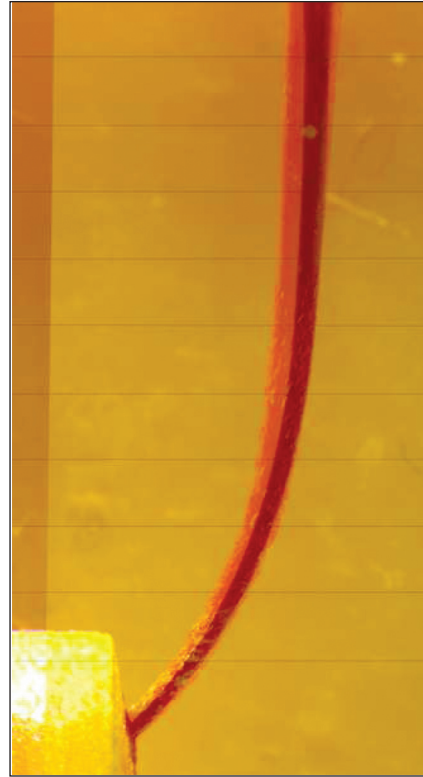


ŞEKİL 2: Şekillendirme sonrası kanalın kırmızı mürekkeple boyanması.

mekte olup 11 adet kanal eğiminin iç duvarında, 11 adet de eğimin dış duvarında olacak şekildedir. Ölçüm noktaları 1 mm aralıklarla belirlendi. Preparasyon öncesinde ve sonrasında alınan görüntüler Adobe Photoshop (Adobe System Inc., San Jose, Kaliforniya, ABD) programı kullanılarak karşılaştırıldı ve tek bir görüntü hâline getirildi (Şekil 3).

RB grubu

Bu grupta toplam 16 adet rezin blok kullanıldı. Preparasyon sırasında debrisi uzaklaştırmak ve lubrikasyonu sağlamak amacıyla serum fizyolojik ile irrigasyon yapıldı. Kanal aletleri; üretici firmanın önerdiği endodontik motor üzerinde kayıtlı modda çalıştırıldı. Üretici firmanın önerilerine göre az bir basınçla, maksimum 3 mm ileri geri hareketlerle preparasyon yapıldı. R25 kanal aleti 300 rpm hız ve 1,5 N-cm tork ayarlarında çalıştırıldı. Her 3 mm'lik hareket sonrasında alet kanaldan çıkarıldı ve irrigasyon yapıldı. 10 numaralı K tipi el aletiyle apikal açıklık kontrol edildi. Belirlenen çalışma boyuna ulaşılarak preparasyon tamamlandı.



ŞEKİL 3: Preparasyon öncesi ve sonrası alınan görüntülerin karşılaştırılması.

TN grubu

Bu grupta toplam 16 adet rezin blok kullanıldı. Preparasyon sırasında debris uzaklaştırmak ve lubrikasyonu sağlamak amacıyla serum fizyolojik ile irrigasyon yapıldı. Preparasyonda eğe üretici firmanın önerdiği şekilde endodontik motor ile kullanıldı. Kanal aletleri 500 rpm hız ve 1,5 N-cm tork ayarlarında çalıştırıldı. Öncelikle 17/02 ebatlı TruNatomy Glider eğesi çalışma boyunca kullanıldı. Daha sonra 26/04 ebatlı TruNatomy Prime eğesi ile çalışma boyunca ulaşılarak preparasyon tamamlandı.

Kök kanalının orijinal şeklindeki değişimlerin saptanması amacıyla aşağıdaki kriterler değerlendirildi

1. Kanal transportasyonu: Preparasyon öncesi ve sonrası alınan görüntülerin karşılaştırılması sonrası elde edilen görüntüde kanal genişliğinde meydana gelen mutlak değişim.

2. Merkezde kalma oranı: Orijinal kanalın şekillendirme sonrasında merkezden sapma miktarı.

Kullanılan aletlerin merkezde kalma etkinlikleri ve sebep oldukları kanal transportasyonu aşağıdaki hesaplama yöntemleri kullanılarak belirlendi ve istatistiksel olarak değerlendirildi:

M1: Preparasyon öncesi kanal eğiminin bulunduğu iç yüzey

M2: Preparasyon sonrası kanal eğiminin bulunduğu iç yüzey

D1: Preparasyon öncesi kanal eğiminin dış yüzeyi

D2: Preparasyon sonrası kanal eğiminin dış yüzeyi

$$\text{Kanal transportasyonu}=(M1-M2)-(D1-D2)$$

$$\text{Merkezde kalma oranı}=(M1-M2)/(D1-D2)$$

BULGULAR

Yapılan deneyler sonucunda grupların kanal transportasyonu ve merkezde kalma değerleri elde edildi.

Kanal transportasyonu ve merkezde kalma değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistiklerde “ortalama, standart sapma”, “ortanca”, “minimum” ve “maksimum” değerler incelendi.

TN ve RB grupları arasında farklılığın karşılaştırılmasında Kruskal-Wallis varyans analizi kullanıldı.

Değerlendirmelerde IBM SPSS Statistics 20 (Chicago, ABD) programı kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık sınırı $p<0,05$ olarak kabul edildi.

MERKEZDE KALMA

Apikal bölgede merkezde kalma sonuçları incelendiğinde, RB grubunun TN grubuna oranla daha fazla merkezden sapma gösterdiği tespit edildi ($p<0,01$) (Tablo 1).

Orta üçlü ve koronal bölgede ise RB ve TN grupları arasında merkezde kalma açısından anlamlı bir fark bulunamadı (Tablo 1).

Kanal bütünlüğü olarak değerlendirildiğinde ise RB grubunun TN grubuna oranla daha fazla merkezden sapma gösterdiği tespit edildi ($p<0,01$) (Tablo 1).

KANAL TRANSPORTASYONU

Apikal bölgede RB grubunun TN grubuna oranla daha fazla kanal transportasyonuna neden olduğu görüldü ($p<0,01$) (Tablo 2).

Orta üçlü bölgesinde de RB grubunun TN grubuna oranla daha fazla kanal transportasyonuna neden olduğu görüldü ($p<0,01$) (Tablo 2).

TABLO 1: TruNatomy ve Reciproc Blue grupları arasında apikal, orta ve koronal bölgelerde merkezde kalma değerlerinin karşılaştırılması.			
Merkezde kalma	TruNatomy	Reciproc Blue ^b	p değeri**
Apikal	5,85±2,33*	9,83±3,67*	<0,01
	5,64 (2,93-12,94)	9,01 (6,13-20,95)	
p değeri**	a-b p=0,003		
Orta	10,94±8,60*	12,35±2,90*	>0,05
	9,09 (3,52-38,33)	11,80 (9,55-19,84)	
p değeri**	a-b p=0,087		
Koronal	3,79±3,32*	4,04±1,00*	>0,05
	2,76 (1,15-13,90)	4,17 (2,44-5,67)	
p değeri**	a-b p=0,108		
Toplam	20,58±13,75*	26,24±6,02*	<0,01
	17,33	24,04	
	(9,48-65,17)	(19,79-40,63)	
p değeri**	a-b p=0,007		

*Ortalama±Standart sapma; Ortanca (Minimum-Maksimum); **Kruskal-Wallis varyans analizi.

TABLO 2: TruNatomy ve Reciproc Blue grupları arasında apikal, orta ve koronal bölgelerde kanal transportasyonu değerlerinin karşılaştırılması.

Kanal transportasyonu	TruNatomya	Reciproc Blue ^b	p değeri
Apikal	0,09±0,13* 0,10 (-0,11-0,44)	0,53±0,21* 0,53 (0,18-0,95)	<0,01
p değeri**	a-b p<0,001		
Orta	0,40±0,27* 0,41 (-0,09-1,08)	0,99±0,19* 0,93 (0,70-1,41)	<0,01
p değeri**	a-b p<0,001		
Koronal	-0,06±0,36* -0,08 (-0,57-0,73)	0,18±0,21* 0,24 (-0,23-0,51)	>0,05
p değeri**	a-b p=0,107		
Toplam	0,42±0,67* 0,34 (-0,48-2,25)	1,70±0,46* 1,65 (0,72-2,49)	<0,01
	a-b p<0,001		

*Ortalama±Standart sapma; Ortanca (Minimum-Maksimum); **Kruskal-Wallis varyans analizi.

Koronal bölgede ise iki grup arasında anlamlı bir fark bulunamadı (Tablo 2).

Kanal bütünlüğü olarak değerlendirildiğinde ise RB grubunun TN grubuna oranla merkezden daha fazla kanal transportasyonuna neden olduğu tespit edildi (p<0,01) (Tablo 2).

TARTIŞMA

Kök kanal tedavisi esnasında apikal foramen bölgesi ve kurvatürler de dâhil olmak üzere tüm kanal boyunca kanalın orijinal yapısı korunarak ve her yönde eşit miktarda genişletme yapılması önerilmektedir.¹⁷ Amerikan Endodonti Derneğinin “Endodontik Terimler Sözlüğü” bölümünde transportasyon terimi “Endodontik eğelerin kanal preparasyonu esnasında orijinal lineer formuna dönme eğilimi sebebiyle apikal bölgedeki diş eğimden kanal duvar yapısının kaldırılması” olarak tanımlanmış olup basamak oluşumu ve perforasyona neden olabileceği belirtilmiştir.¹⁸ Eşit olmayan miktarlarda dentinin kaldırılması ve bunu takiben meydana gelen kanal transportasyonu, kök kanal tedavisinin başarısını da etkilemektedir.¹⁹ Trabert ve ark. 1978 yılında yaptıkları bir çalışmada, kök kanal tedavisi görmüş dişlerde fraktür meydana gelme riskinin uzaklaştırılan dentin dokusu miktarıyla doğru orantılı olarak arttı-

ğını bildirmişlerdir.²⁰ Tang ve ark., 2010 yılında aşırı preparasyonla birlikte yüksek miktarda dentin dokusunun uzaklaştırılması ve ince dentin duvarlarının varlığı sonucunda fraktür riskinin arttığını belirtmişlerdir.²¹

Wu ve ark. 2000 yılında yaptıkları bir çalışmada, apikal transportasyon meydana gelmesinin kök kanal dolgusunu tıkama ve sızıntı yönlerinden nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, apikal transportasyon indeksi ≤0,3 mm olan dişlerin bulunduğu grupta %3 oranında sızıntı gözlenirken; apikal transportasyon indeksi >0,3 mm olan dişlerin bulunduğu grupta %42 oranında sızıntı gözlenmiş ve sonuç istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.²²

Kanal transportasyonunun oluşumu birçok değişkene bağlı olup; enstrümanın geometrik dizaynı, üretim sürecinde uygulanan ısıl işlemler ve kullanım şekli bunlardan bazılarıdır.^{1,23-26} Isıl işlem uygulamaları kök kanal preparasyonu esnasında NiTi döner alet sistemlerinin performansını artırabilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda, ısıl işlem teknolojileri kullanılarak üretilmiş TruNatomy ve Reciproc Blue döner alet sistemleri seçilmiştir.

Çalışmamızda, kanal preparasyonu öncesinde ve TruNatomy ve Reciproc Blue döner alet sistemleri ile yapılan preparasyon sonrasında alınan görüntüler arasındaki farklılıklar incelenmiş; elde edilen verilerle merkezde kalma oranı ve meydana gelen kanal transportasyonları hesaplanmıştır.

Çalışmamızın sonucunda, apikal bölgede Reciproc Blue daha fazla merkezden sapma göstermiş, ancak orta ve koronal üçlü bölgelerinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Total değerlendirmede ise Reciproc Blue daha fazla merkezden sapma göstermiştir. Apikal ve orta üçlü bölgelerinde ise Reciproc Blue daha fazla kanal transportasyonuna neden olmuş, koronal üçlüde ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Total değerlendirmede ise Reciproc Blue istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla kanal transportasyonuna neden olmuştur.

Kabil ve ark. 2021 yılında yaptıkları bir çalışmada, maksiller molar dişlerin 25-40 derece arası eğime sahip meziobukkal kanallarını Reciproc Blue ve TruNatomy döner alet sistemlerini kullanarak pre-

pare etmişler ve merkezde kalma oranlarını mikro bilgisayarlı tomografi yöntemiyle incelemişlerdir.²⁷ 5 ve 7. mm'lerden alınan kesitlerde bizim çalışmamıza benzer şekilde Reciproc Blue döner alet sistemi TruNatomy'e göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha fazla sapma göstermiştir. Filizola de Oliveira ve ark. 2019 yılında yaptıkları benzer bir çalışmada, RB grubunda çalışmamızla uyumlu sonuçlar bildirmişlerdir.¹¹ Orta üçlüde Reciproc Blue'nun daha fazla transportasyon gösterme nedeninin ise azaltılmış şekil hafızası özelliğinden kaynaklanıyor olabileceğini söylemişlerdir.²⁸ Bununla birlikte resiprokal döner alet sistemleri daha fazla dentin debris birikimine neden olarak kanal transportasyonunu etkilemektedir.²⁹

Shaheen ve Elhelbawy 2022 yılında yaptıkları çalışmada, TruNatomy döner alet sisteminin şekillendirme etkinliklerini ve bükülme dayanımlarını araştırmışlardır.³⁰ Elde ettikleri verilere göre TruNatomy üstün bir performans göstermiştir. TruNatomy kırılma direncini ve esnekliği en üst düzeye çıkarmaya amaçlayan ısıl işlem teknolojileri kullanılarak üretilmiştir.^{14,15,30} Bu döner alet sistemi merkezi olmayan paralelkenar geometrisi ve gittikçe azalan koniklik açısına sahiptir. Bizim yaptığımız çalışmada, TruNatomy, Reciproc Blue'ya oranla daha az kanal transportasyonuna neden olmuş ve merkezde kalma konusunda daha yüksek başarı göstermiştir. Kanal eğesinin koniklik açısı ile kanal transportasyonu arasında ters bir ilişki mevcuttur.³¹ Shaheen ve Elhelbawy'in bu çalışmada kullandıkları WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) ilk 3 mm'lik kısımda %8 koniklik açısı gösterirken, TruNatomy'de bu oran %4'tür.³⁰ Aynı şekilde bizim çalışmamızda kullandığımız Reciproc Blue da apikalde %8'lik koniklik açısı göstermektedir.

Kim ve ark. 2021 yılında yaptıkları bir çalışmada, 3 farklı döner alet sisteminin şekillendirme etkinliklerini değerlendirmişlerdir.³² Çalışmanın sonuçlarına göre TN grubu özellikle 3,5 ve 6 mm'lerde daha az transportasyona yol açmış olup, totalde uzaklaştırılan rezin miktarları değerlendirildiğinde TN grubu tüm seviyelerde diğer iki gruba oranla daha az rezin kaldırmıştır. Çalışmamızda da benzer şekilde TN grubu, RB grubuna oranla daha az kanal tranpor-

tasyonuna neden olmuştur. Bununla birlikte resiprokal sistemlerin kanal içerisinde daha fazla miktarda debris oluşumuna neden olması, kanal transportasyonu oluşumunda etkilidir.²⁹

Pit ve ark. 2020 yılında yaptıkları bir çalışmada, tek köklü insan dişleri üzerinde 4 farklı döner alet sistemleri kullanarak yaptıkları şekillendirmeleri süre yönünden ve konik ışınli bilgisayarlı tomografi ile kaldırılan dentin miktarını ölçerek kıyaslamışlardır.³³ Çalışmanın sonucunda ulaştığımız bulgulara benzer biçimde Reciproc Blue, TruNatomy döner alet sistemine kıyasla daha fazla dentin kaldırmış, ancak fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. TruNatomy döner alet sistemi Reciproc Blue döner alet sistemine kıyasla dentini daha çok koruyan bir preparasyona izin vermesinin nedeni olarak bu eğelerin daha düşük koniklik açısına sahip ve daha ince bir yapıda olmaları, bu nedenle dar kanallarda preparasyonun daha rahat yapılabilmesine de olanak tanımaları olarak gösterilmiştir.^{14,15}

SONUÇ

Çalışmanın kısıtlamaları da göz önüne alınarak, elde edilen sonuçlarda Reciproc Blue üç bölgede de TruNatomy'e oranla daha fazla merkezden sapma göstermiştir. Apikal ve orta üçlü bölgesinde Reciproc Blue daha fazla kanal transportasyonuna neden olmakla birlikte koronal bölgede iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Literatürde bu konu üzerinde yapılan çalışma sayısı kısıtlı olup, daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Fatih Yakın, Aylin Kalaycı; **Tasarım:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı; **Denetleme/Danışmanlık:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı, Ece Yakın; **Analiz ve/veya Yorum:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı, Ece

Yakın; Kaynak Taraması: Fatih Yakın, Aylin Kalaycı, Ece Yakın; **Makalenin Yazımı:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı, Ece Yakın; **Eleştirel İnceleme:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı, Ece Yakın; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı, Ece Yakın; **Malzemeler:** Fatih Yakın, Aylin Kalaycı, Ece Yakın.

KAYNAKLAR

- Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 2004;30(8):559-67. [Crossref] [PubMed]
- Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod.* 2007;33(10):1155-62. [Crossref] [PubMed]
- Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J.* 2012;45(2):113-28. [Crossref] [PubMed]
- Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013;39(2):163-72. [Crossref] [PubMed]
- Pereira ES, Viana AC, Buono VT, Peters OA, Bahia MG. Behavior of nickel-titanium instruments manufactured with different thermal treatments. *J Endod.* 2015;41(1):67-71. [Crossref] [PubMed]
- Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J.* 2018;51(10):1088-103. [Crossref] [PubMed]
- Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Campbell L, Peng B, Haapasalo M. Metallurgical characterization of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2011;37(11):1566-71. [Crossref] [PubMed]
- Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2016;42(10):1536-9. [Crossref] [PubMed]
- Plotino G, Grande NM, Cotti E, Testarelli L, Gambarini G. Blue treatment enhances cyclic fatigue resistance of vortex nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2014;40(9):1451-3. [Crossref] [PubMed]
- Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YC, Mazzi-Chaves JF, Carvalho KKT, Barbosa AFS, Versiani MA, et al. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. *Braz Oral Res.* 2018;32(suppl 1):e66. [Crossref] [PubMed]
- Filizola de Oliveira DJ, Leoni GB, da Silva Goulart R, Sousa-Neto MD, Silva Sousa YTC, Silva RG. Changes in geometry and transportation of root canals with severe curvature prepared by different heat-treated nickel-titanium instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2019;45(6):768-773. [Crossref] [PubMed]
- Elnaghy AM, Elsaka SE. Laboratory comparison of the mechanical properties of TRUShape with several nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2017;50(8):805-12. [Crossref] [PubMed]
- De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, et al. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the reciproc files. *J Endod.* 2017;43(3):462-6. [Crossref] [PubMed]
- van der Vyer P, Vorster M, Peters O. Minimally invasive endodontics using a new single-file rotary system. *Int Dent African Edition.* 2019;9(4):6-20. [Link]
- Dentsply Sirona [Internet]. [Cited: April 26, 2019]. TruNatomy Brochure. Available from: . [Link]
- Elnaghy AM, Elsaka SE, Mandorah AO. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of TruNatomy in single and double curvature canals compared with different nickel-titanium rotary instruments. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):38. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- González-Rodríguez MP, Ferrer-Luque CM. A comparison of Profile, Hero 642, and K3 instrumentation systems in teeth using digital imaging analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;97(1):112-5. [Crossref] [PubMed]
- American Association of Endodontists. *Glossary of Endodontic Terms.* 9th ed. Chicago: AAE; 2015.
- Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod.* 1975;1(8):255-62. [Crossref] [PubMed]
- Trabert KC, Caput AA, Abou-Rass M. Tooth fracture--a comparison of endodontic and restorative treatments. *J Endod.* 1978;4(11):341-5. [Crossref] [PubMed]
- Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2010;36(4):609-17. [Crossref] [PubMed]
- Wu MK, 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(4):210-6. [Crossref] [PubMed]
- Ajuz NC, Armada L, Gonçalves LS, Debelian G, Siqueira JF Jr. Glide path preparation in S-shaped canals with rotary pathfinding nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013;39(4):534-7. [Crossref] [PubMed]
- Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod.* 1997;23(8):503-7. [Crossref] [PubMed]
- Silva EJ, Tameirão MD, Belladonna FG, Neves AA, Souza EM, De-Deus G. Quantitative transportation assessment in simulated curved canals prepared with an adaptive movement system. *J Endod.* 2015;41(7):1125-9. [Crossref] [PubMed]
- Hartmann MS, Barletta FB, Camargo Fontanella VR, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod.* 2007;33(8):962-5. [Crossref] [PubMed]
- Kabil E, Katić M, Anić I, Bago I. Micro-computed evaluation of canal transportation and centering ability of 5 rotary and reciprocating systems with different metallurgical properties and surface treatments in curved root canals. *J Endod.* 2021;47(3):477-84. [Crossref] [PubMed]
- Alcalde MP, Duarte MAH, Bramante CM, de Vasconcelos BC, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, et al. Cyclic fatigue and torsional strength of three different thermally treated reciprocating nickel-titanium instruments. *Clin Oral Investig.* 2018;22(4):1865-71. Erratum in: *Clin Oral Investig.* 2017. [Crossref] [PubMed]

29. Poly A, AlMalki F, Marques F, Karabucak B. Canal transportation and centering ratio after preparation in severely curved canals: analysis by micro-computed tomography and double-digital radiography. *Clin Oral Investig*. 2019;23(12):4255-62. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
30. Shaheen NA, Elhelbawy NGE. Shaping Ability and Buckling Resistance of TruNatomy, WaveOne gold, and XP-Endo Shaper Single-File Systems. *Contemp Clin Dent*. 2022;13(3):261-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
31. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*. 2009;35(7):1056-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
32. Kim H, Jeon SJ, Seo MS. Comparison of the Shaping Ability of ProTaper GOLD, WaveOne GOLD, and TruNatomy in Simulated Double-curved Canals. *Research Square*. 2021:1-10. [[Crossref](#)]
33. Pit AB, Borcean IA, Vargatu IA, Vărgatu IA, Mai A, Shyblak M, et al. Evaluation of the time and efficiency of trunatomy, VDW. ROTATE, Protaper gold and Reciproc blue in shaping root canals-an in vitro study. *Rom J Oral Rehabil*. 2020;12(3):250-8. [[Link](#)]