

Klinik Kullanım Sonrası Reciproc Blue R25 NiTi Eğelerindeki Defektlerin İncelenmesi

Investigation of Defects in Reciproc Blue R25 NiTi Files After Clinical Use

Öznur ERASLAN¹ (ORCID-0000-0002-0743-1677)

¹Selçuk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti ABD, Konya, Türkiye
¹Selcuk University Faculty of Dentistry Department of Endodontics, Konya, Turkey

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, tek bir endodontist tarafından kullanılan Reciproc Blue R25 Nikel Titanyum (NiTi) aletlerdeki kırık ve deformasyon tiplerini stereomikroskop ve taramalı elektron mikroskobu ile analiz etmektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada yaklaşık olarak 4 aylık bir dönemde endodonti kliniğinde 5 molar dişte tek bir endodontist tarafından kullanılmış ve imha edilmek üzere ayrılmış 47 adet Reciproc Blue R25 NiTi alet kullanıldı. Ultrasonik olarak temizlenip, otoklavlanan aletler deformasyon ve kırıkları belirlemek için stereomikroskopta x2,5 ve x4 büyütmede incelendi. Deformasyon şekilleri 1: Kırık, 2: Eğenin yivlerinin açılması/burulması, 3: Sağlam (gözle görülür bir defekt yok) şeklinde sınıflandırıldı. Kırılan eğeler torsiyonel ve fleksural kırılma olarak iki alt grupta sınıflandırıldı. Kırılan ve deforme olan aletler longitudinal ve fraktografik olarak SEM'de incelendi.

Bulgular: Stereomikroskopta incelenen toplam 47 Reciproc Blue R25 eğenin %6,3'ünde kırık gözlemlendi, %86,3'ünde gözle görülür bir deformasyon gözlemlenmedi, %4,2'inde torsiyonel, %2,1'inde fleksural kırık gözlemlendi. Tüm kırılan eğelerin %66,6'sında torsiyonel kırık meydana gelirken, %33,3'ünde fleksural kırık meydana geldi.

Sonuç: Bu çalışmanın limitasyonları dâhilinde, Reciproc Blue R25 eğesinin tek bir endodontist tarafından 5 molar dişe kadar kullanımında kırılma riski düşük bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Deformasyon, Kırık, Klinik kullanım, NiTi eğeler

ABSTRACT

Aim: To investigate the type of defects in Reciproc Blue 25 instruments after clinical use by a single endodontist.

Materials and method: A total of 47 Reciproc Blue R25 instruments used by a single endodontist that were discarded from the endodontic clinic after five molar teeth treatments were collected over 4 months. They were ultrasonically cleaned, autoclaved, and then examined in the laboratory under stereomicroscope x2,5, and x4 magnification to determine the distortion and separations. The instruments were classified as 1:fracture1: fracture, 2:unwinding2: unwinding, and 3: no visible defects unfractured. The fractured files were categorized into torsional or flexural failure. Those that had fracturedfractured, and unwinding files were analyzed for plastic deformation in lateral view and fractographic examination in fracture end with the scanning electron microscope.

Results: Approximately 6,3% of all discarded Reciproc Blue R25 instruments were fractured, there were no visible defect on 86,3% of the files. About %4,2 of instruments failed because of torsional fracture and 2,1% of instruments failed because of flexural failure. TorsionalThe torsional fracture occurred in 66,6 % of all fractured files, whereas flexural fatigue occurred in 33,3%.

Conclusions: Within the limitations of this study, the risk of fracture of the Reciproc Blue R25 file was found to be low when using up to 5 molars by a single endodontist.

Key words: Clinical use, Defect, Fracture, NiTi instruments

GİRİŞ

Nikel-titanyum (NiTi) döner sistemler, paslanmaz çelik aletlere göre birçok avantaj göstererek endodontide yaygın olarak kullanılır hale gelmişlerdir. Kesme etkinliği ve esnekliklerindeki gelişmelere rağmen, NiTi döner aletlerin kullanımları sırasında meydana gelen beklenmedik kırılmalar endodontik tedavide en sık karşılaşılan komplikasyonlardan biridir.¹ NiTi eğelerin kullanımları sırasında gözle görülür deformasyon olmasa da kırılmalar meydana gelebilmektedir.²⁻⁵ Bu kırılmalar genellikle döngüsel ya da torsiyonel yorgunluktan ya da ikisinin kombinasyonundan kaynaklanmaktadır.⁶

Döngüsel yorgunluk eğelerin kanallarda çalışırken maruz kaldığı gerilim ve baskı kuvvetleri sonucu, torsiyonel yorgunluk eğenin ucunun kanal içerisinde sıkıştığı ancak eğenin kalan kısmının kanal içerisinde dönmeye devam ettiği durumlarda ortaya çıkar.² Bununla birlikte Wei ve ark. klinik olarak kullanılmış eğeleri değerlendirdikleri SEM çalışmasında hem torsiyonel hem döngüsel yorgunluğun belirtilerini gösteren yeni bir kırılma şekli tanımlamışlardır.⁶

Taramalı elektron mikroskobu (SEM), ışık mikroskobundan daha ayrıntılı bilgi sağladığından son yıllarda NiTi döner aletlerin kırılma şekilleri SEM ile analiz edilmiştir. Kırılma yüzeyinin SEM mikro-fotoğraflarında, döngüsel yorulma kaynaklı kırılmalarda, yüzeyde çok sayıda çukur, doğrusal çizgiler ve çatlak başlangıç alanları bulunurken^{7,8} torsiyonel yorulma kaynaklı kırık yüzeyleri dairesel aşınma işaretleri ile karakterizedir.⁹ Kırık NiTi aletlerin hem uzunlamasına hem de fraktografik incelemesini gerçekleştiren çalışmalar SEM kullanımının NiTi döner aletlerin kırık şeklinin belirlenmesinde en iyi metod olduğunu bildirmişlerdir.⁶

Resiprokal hareketin NiTi aletin ömrünü uzattığı ve sürekli rotasyona kıyasla yorulmaya karşı direncini arttırdığı gösterilmiştir.¹⁰⁻¹³ Reciproc Blue R25 (VDW, Münih, Almanya), "S" şeklinde bir kesite sahip resiprokal hareketle çalışan tek aletli bir NiTi eğe sistemidir ve tescilli bir "mavi" ıslak işlem ile üretilmektedir.^{14,15,17}

Bir dizi çalışma, klinik kullanımdan sonra farklı marka NiTi döner aletlerin deformasyonu ve kırılmasını araştırmıştır.^{1-11,16,18} Ancak şimdiye kadar Reciproc Blue R25 eğesinin klinik kullanım sonrası deformasyonlarını ve kırıklarını değerlendiren bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, tek bir endodontist tarafından 5 molar dişte kullanıldıktan sonra atılan Reciproc Blue R25 NiTi aletlerde gözlenen kırılma ve deformasyon insidansını araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada yaklaşık olarak 4 aylık bir dönemde endodonti kliniğinde her biri 5 molar dişte tek bir endodontist tarafından kullanılmış ve imha edilmek üzere atılmış 47 adet Reciproc Blue R25 NiTi döner alet kullanıldı. Anatomik olarak karmaşık, aşırı eğri ve kalsifiye kanallarda kullanılan eğeler tek kullanımdan sonra atıldı ve çalışmaya dâhil edilmedi.

Gönderilme Tarihi/Received: 23 Ocak, 2023

Kabul Tarihi/Accepted: 8 Nisan, 2023

Yayınlanma Tarihi/Published: 15 Haziran, 2023

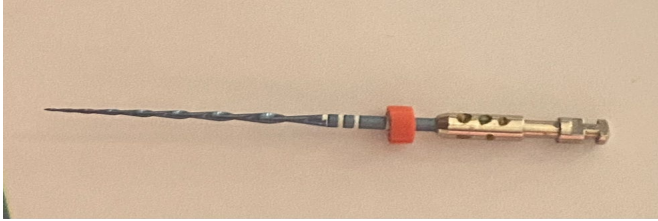
Atıf Bilgisi/Cite this article as: Erarlan Ö, Klinik Kullanım Sonrası Reciproc Blue R25 NiTi Eğelerindeki Defektlerin İncelenmesi. Selcuk Dent J 2023; Selçuk Üniversitesi 3. Uluslararası Yenilikçi Diş Hekimliği Kongresi Özel Sayı: 224-229 Doi: 10.15311/ selcukdentj.1239702

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Öznur ERASLAN

E-mail: oznureraslan@gmail.com

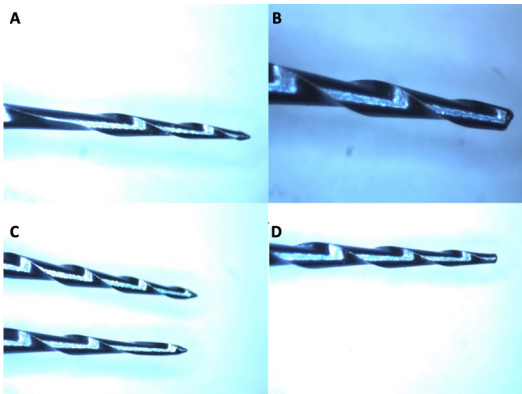
Doi: 10.15311/ selcukdentj.1239702

Tüm dişlerde giriş kavitesi hazırlandıktan sonra, bir giriş eğesi (orifise shapener) kullanılarak dişin koronal üçlüsü şekillendirildi. Çalışma boyu 10 ya da 15 numaralı K tipi eğeler kullanarak apex locater ile belirlendi. Tüm kanallar Reciproc Blue R25 eğeler ile resiprokal hareketle, X-Smart motor (Dentstply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) kullanılarak crown down tekniğiyle şekillendirildi. Her eğeleme arası yaklaşık %2,5'lük NaOCl kullanıldı. Aletler, belirlenen kullanım sayısına (5) ulaştıklarında, aşındıklarında, kırıldıklarında veya fark edilebilir başka kusurları bulunduğu anda atıldı. Her kullanımda eğelerin shaft kısmına frezle çentik atılarak işaret konuldu (**Resim 1**).



Resim 1. Her kullanımda eğenin shaft kısmına frezle çentik atılarak işaret konuldu.

Atılan tüm eğeler ultrasonik olarak temizlenip, otoklavlandı. Herhangi bir kırık olup olmadığını ve kırığın yerini belirlemek için, atılan her aletin uzunluğu dijital bir kumpas (Mestra, Sondika Bilbao, İspanya) kullanılarak shafttan uca kadar ölçüldü. Daha sonra deformasyon ve kırıkları belirlemek için stereomikroskopta x2,5 ve x4 büyütmede incelendi (**Resim 2**).



Resim 2. Kullanılmış eğelerin SEM mikrografları. (A,C) kırılmamış fakat yivleri açılarak plastik deformasyona uğramış Reciproc Blue R25 eğesinin yandan x2,5 büyütmedeki görünümü. (B) Kırılmış farklı iki Reciproc Blue R25 eğelerinin x4 ve (D) x2,5 büyütmedeki görüntüleri

Deformasyon şekilleri,

- 1: Kırık,
- 2: Eğenin yivlerinin açılması/burulması,
- 3: Sağlam (gözle görülür bir defekt yok) şeklinde sınıflandırıldı.

Kırılan eğeler uzunlamasına torsiyonel ve fleksural kırılma olarak iki alt grupta sınıflandırıldı.⁴ Kırılan ve deforme olan aletlerin yüzey kusurlarını belirlemek için longitudinal ve fraktografik olarak SEM'de fotomikrografları alınarak incelendi.

Veriler Ki-kare testi kullanılarak analiz edildi (SPSS 22.0). $P < 0.05$ değeri istatistiki önem sınırı olarak kabul edildi.

BULGULAR

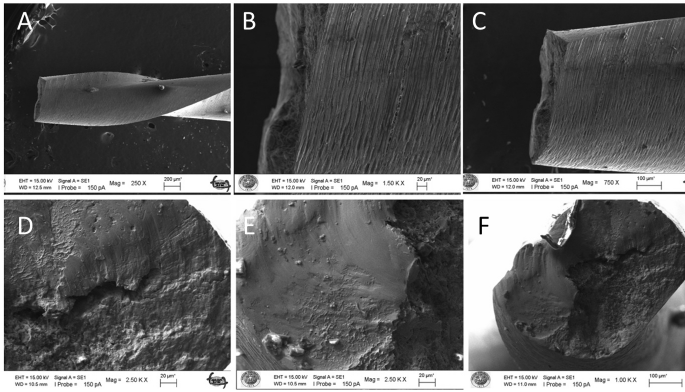
Stereomikroskopta incelenen toplam 47 Reciproc Blue R25 eğenin %6,3'ünde kırık gözlemlendi, %86,3'ünde gözle görülür bir deformasyon gözlenmedi, %4,2 sinde torsiyonel, %2,1'inde fleksural kırık gözlemlendi. Torsiyonel kırık fleksural kırıktan daha fazla görülmekle birlikte, aralarında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p < 0.414$). Kırılmayan eğeler kendi aralarında değerlendirildiğinde %86.3 oranında bir yüzey deformasyonu gözlenmezken, %13.6 oranında eğenin yivlerinde açılma olduğu gözlemlendi (**Tablo 1**).

Tablo 1. Reciproc Blue eğelerde görülen kırık ve deformasyon oranları.

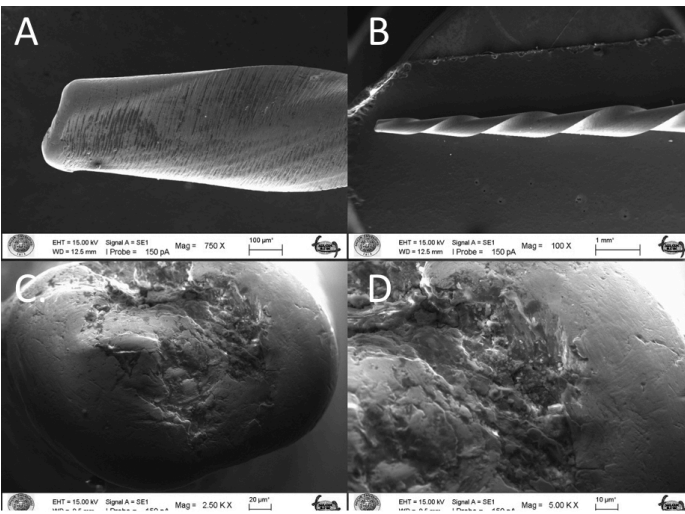
Kırılmayan %93,61		Kırılan %6,38	
Defekt yok	Açılma var	Torsiyonel	Flexural
38/44a	6/44b	2/3a	1/3a
% 86,36	%13,63	%66,66	%33,33
P < 0.001		P < 0.414	

Stereomikroskop ve Taramalı Elektron Mikroskobu Analizi

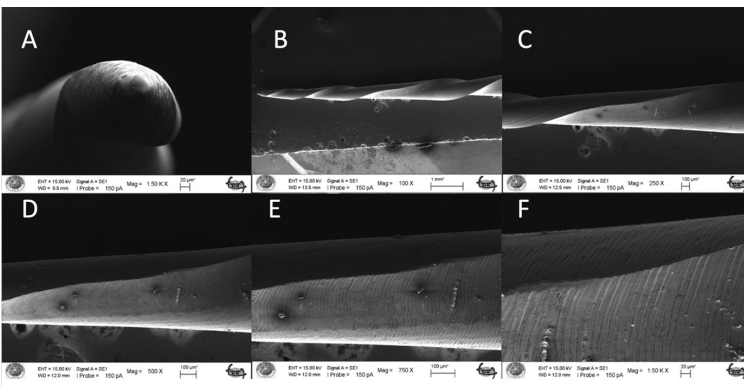
Kırık yüzeyinin SEM mikrofotografı, tipik torsiyonel bozulma özelliklerini gösterdi. Burulma arızası için rotasyon merkezindeki eşmerkezli aşınma izleri ve lifli çukur işaretleri **Şekil 1**'de gösterilmiştir. Kesici kenarlarda meydana gelen bozulmalar makine (üretim esnasında oluşan) yivlerinin derinleşmesi gözlenen diğer kusurları (**Şekil 2**). Kırılmayan ancak yivlerinde açılma görülen eğelerde de kesici kenarlarda bozulmalar mikroçukurculuklar gözlemlendi (**Şekil 3**).



Şekil 1. Kırılmış olan Reciproc Blue R25 eğesine ait longitudinal (A-C) ve fraktografik (D-F) SEM görüntüleri. (A) Kırılmış olan Reciproc Blue R25 eğesinin yandan görünümü. (B ve C) Aynı örneğin yüksek büyütmedeki (x1500) yandan görünümünde izlenen plastik deformasyon. (D) aynı örnekte torsiyonel başarısızlık belirtisi gösteren kırık yüzeyin görünümü yükek büyütmedeki (x2500) görünümü.



Şekil 2. Kırık Reciproc Blue R25 eğesine ait SEM mikrofotografı. (A) nda Mmakine yivlerinin derinleştiği ve torsiyonel yorulma çizgilerinin yoğunlaştığı izlenen kırık Reciproc Blue R25 eğesinin x750 ve (B) daha az büyütmedeki (x100) yandan görünümü. (C ve D) Aynı örneğin kırık yüzeyinde torsiyonel kırık belirtisi olan dairesel aşınma işaretleri görülmektedir



Şekil 3. (A) Kırılmamış Reciproc Blue R25 eğesinin uç kısmının SEM görüntüsü. (B-F) Yivlerinde açılma ve plastik deformasyon gösteren kırılmamış Reciproc Blue R25 eğesinin yandan SEM görüntüsü. (B) Aletteki yivlerde açılmayı gösteren plastik deformasyon (C,D,E) B'deki örneğin daha yüksek büyütmelerindeki görüntüleri. (F) x1500 büyütmede eğe eksenine dik çatlaklar izlenmektedir.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, her biri 5 molar dişte tek bir operator tarafından belirli bir klinik prosedürle kullanılmış ve sonrasında imha edilmek üzere atılmış olan Reciproc Blue R25 NiTi aletlerin yüzeylerinde gözlenen kırılma ve deformasyon insidansını araştırmaktır. NiTi döner aletlerin kullanım sıklığı, kök kanal anatomisinin ve yapısının karmaşıklığına oldukça bağlıdır. Aletlerin anatomik olarak karmaşık, aşırı eğri ve kalsifiye kanallarda kullanımı kırılmanın ana nedenlerindedir. Bu nedenle bu çalışmada bu tür dişlerde kullanılan eğeler tek kullanımdan sonra atıldı ve çalışmaya dâhil edilmedi.

Yeni NiTi endodontik aletlerin geliştirilip ticarileştirilmesiyle, klinisyenler için NiTi aletlerinin klinik yönergelerini ve malzeme özelliklerini anlamak önemli hale gelmiştir. Bu konuda yapılacak klinik çalışmalar, NiTi eğelerde kullanıma bağlı meydana gelen yüzey kusurlarının nasıl ve neden oluştuğu hakkında ayrıntılı ve güvenilir bilgiler sağlayabilmektedir. Metalurjik testler, NiTi enstrümanlarındaki kusur mekanizmasının daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabilmektedir.¹⁹ Bu çalışma, sadece molar dişlerde belirli bir prosedürle kullanılmış olan Reciproc Blue R25 eğelerinde kırılma ve deformasyon şeklini değerlendiren ilk çalışmadır.

NiTi eğelerin yanlış veya aşırı kullanım nedeniyle kırılabileceği yaygın olarak kabul edilen bir durumdur ve bu da kullanımlarında uygun eğitimin önemini öne çıkarmaktadır.^{20,6} Operatör yeterliliği, sürekli döner hareketle çalışan NiTi eğelerin başarısızlığını değerlendirirken önemli bir husustur.²¹⁻²³ Şüpheli bir kusur gösterebilecek veya zorluk seviyesi yüksek bir kanalda kullanılmış bir alet için kullanım ömrünün sona erdiğini anlamak klinisyen için önemlidir. Bu nedenle, operatör tarafından yapılan bir değerlendirme hatası veya yanlış kullanım, aletin kanal içinde kırılmasına neden olan önemli bir faktör olabilmektedir.²⁴ Bu çalışmanın deneyimli tek bir operatör tarafından yapılmış olması, operatör deneyimi ve farklılığının eğelerin kırılması ve başarısızlığı üzerindeki etkisini ortadan kaldıran bir faktör olmuştur. Bununla birlikte operatör deneyiminin resiprokal aletlerdeki deformasyon insidansına etkisinin olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur.^{24,25}

Birden fazla klinik kullanımın, resiprokal aletlerin yorgunluk kırığı insidansı üzerindeki etkisi, farklı birçok çalışmada incelenmiştir. Burklein ve ark.²⁶ tek kullanımlık Reciproc R25 NiTi eğesinin 4 kök kanalında kırılmadan güvenle kullanılabileceğini gösterirken, Gavini ve ark.²⁷ bu NiTi eğenin resiprokal harekette 1787,78 döngü sayısına kadar kırılmadan dayanabildiğini bildirmiştir. Üreticiler Reciproc eğelerinin tek bir dişte kullanılmamasını önerse de, Park ve ark.²⁸ 5 kök kanalında ve Caballero ve ark.²⁹ Reciproc eğelerinin anatomik deformitelere yol açmadan 9 kök kanalında kullanılabileceği sonucuna varmışlardır. Bu sonuçlara paralel bir şekilde bu çalışmada da 3 adet (3/47) Reciproc Blue R25 eğesi kırılmış, 6 tanesinde deformasyon gözlenmiştir. Başka bir ifadeyle 235 molar dişte (tedavi edilen kanal sayısı kaydedilmemiş olmakla birlikte yaklaşık olarak 800 kanalda) 3 tanesinde eğe kırılmıştır. Bu sonuç Reciproc Blue R25 eğelerinin 5 molar dişe kadar güvenle kullanılabileceği anlamına gelebilir. Aslında, bu sonuçlar şaşırtıcı değildir çünkü resiprokal hareketin sürekli rotasyon hareketine kıyasla döngüsel yorulma ve burulma kırılması açısından daha güvenli olduğu kanıtlanmıştır.^{13,30,31,32} Sonuç olarak bu hareket ile aletin ömrünün daha uzun olduğu kanıtlanmıştır.^{11,25}

Plotino ve ark.³³ 1696 vakanın ve 3780 kök kanalının tedavisi sırasında toplam 8 adet M-Wire Reciproc R25 eğenin kırıldığını, Rodrigues ve ark.³⁴ 277 dişte kanal tedavisi yaptıktan sonra 3 alet kırığı olduğunu bildirmişlerdir. Her iki klinik çalışmanın da önceden el aletleriyle bir glide path oluşturmadan Reciproc aletlerinin kullanım talimatlarını izlemişlerdir. Resiprokal hareket ile birlikte, Reciproc Blue R25 eğelerde kullanılan NiTi alaşımının ısı işlemi, M-Wire ile karşılaştırıldığında döngüsel yorulma direnci^{35,36,37} ve kırılmaya karşı açıl dönüştürme³⁸ ile ilgili geliştirilmiş bir performansı mevcuttur. Bu çalışmada 10 ve 15 numaralı K tipi eğe ile pasif olarak bir glide path oluşturulmuş olup, aktif bir şekillendirme prosedürü uygulanmamıştır.

Bu çalışmada, 2 Reciproc Blue R25 eğesinin kırılmasının (2/47) nedeni, muhtemelen enstrümantasyon sırasında eğelerin çok sert bastırılmasından kaynaklanan eğede oluşan makaslama sterleri olmuştur. Ancak kırık oranı (%4.2), enstrümantasyon tekniği ile ilgili herhangi bir sonuca varmak için düşüktür.

Bir popülasyondaki belirli bir olayın sıklığının incelenmesi sırasında, bir kontrol grubu gerekli değildir. Bu çalışmada, gözlemlenen frekansın önemini doğrulamak için bir ki-kare istatistiksel prosedür yeterli olmuştur.

Pirani ve ark.³⁹ tek köklü çekilmiş dişlerde resiprokal çalışan aletlerin (Reciproc R25 (VDW) ve WaveOne Primary (Dentsply Maillefer) üçüncü ardışık kullanımından sonra meydana gelen yüzey değişikliklerini değerlendirdikleri SEM analiz çalışmasında her iki eğenin de uç deformasyonu ve belirli bir derecede yüzey aşınması gibi sınırlı değişiklikler gösterdiğini bulmuştur. Bu çalışmada klinikte molar dişlerde kullanılan Reciproc Blue R25 eğelerinde SEM analizinde benzer şekilde uç deformasyonları gözlenmiştir.

Maliyetleri nedeniyle resiprokal sistemlerin kullanımının uygun bir seçenek olarak kabul edilemeyeceği veya sağlık ekonomisi açısından en iyi seçenek olarak kabul edilmeyeceği belirli sosyoekonomik ortamlar vardır. Ayrıca, resiprokal aletlerin çoklu kullanımı bir gerçek olmasına (ister 1'den fazla dişte ister tek bir dişte 1'den fazla kökte olsun) ve önceden araştırılmış olmasına rağmen, bunun için net bir standartlaştırılmış protokol henüz mevcut değildir. Bugüne kadar ve bilgimiz dâhilinde, birden fazla çok köklü dişte kullanılan resiprokal aletlerin kırılma oranını değerlendiren çok az klinik çalışma vardır. Bu nedenle, çok köklü dişlerin birden fazla klinik vakasında resiprokal aletlerin kullanılıp kullanılmayacağına ışık tutmak için, bu çalışmada Reciproc Blue R25 aletlerin kırılma insidansı değerlendirilmiştir.

Resiprokal aletlerin üreticileri, bunların yalnızca bir kez kullanılmasını ve sonra atılmasını tavsiye etse de, bu aletlerin yeniden kullanılması, son araştırmalarla desteklenerek yaygın bir uygulama haline gelmektedir.^{39,27}

Bueno ve ark.'nın tek kullanımlık resiprokal aletlerle ilgili çalışmalarında Reciproc ve WaveOne eğeleri, 3 adete kadar premolar ve molar dişlerde güvenle kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Duquo ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, simüle edilmiş klinik kullanım, ProDesign R ve WaveOne Gold'un döngüsel yorulma direncini etkilemiş, ancak Reciproc Blue R25 eğelerinkini etkilememiştir.⁴⁰

Cabarelo ve ark. R25 eğesinin 12 kök kanalının preparasyonundan sonra tam bir kırılma veya plastik deformasyon göstermediğini fakat R25 eğesinde küt kenarlar ve kraterler olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da aletlerin kök kanal duvarlarına sürtünmesiyle küt kenarlar oluştuğu, kanalın preparasyonu sırasında %2,5 NaOCl kullanılmasıyla kaynaklandığı düşünülen kraterler gözlenmiştir. Sonuçlar, pürüzlülük, çukurlaşma ve büyük kraterler oluşturan bir kimyasal reaksiyonun sonucu olarak NaOCl'nin alet yüzeyinin bozulmasıyla ilişkili olduğunu bildiren çalışmalarla uyumludur.⁴¹

NiTi eğelerin en çok zorlandığı molar ya da premolar dişlerin birden fazla klinik vakasında resiprokal aletlerin kullanımının güvenliğini doğrulamak için daha büyük örneklerle yeni çalışmalar önerilebilir.

SONUÇ

Bu çalışmanın limitasyonları dâhilinde, Reciproc Blue R25 eğesinin tek bir endodontist tarafından 5 molar dişe kadar güvenle kullanılabileceği ve kırılma riskinin düşük olduğu bulunmuştur.

Değerlendirme / Peer-Review

İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme

Etik Beyan / Ethical statement

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi 3. Uluslararası Yenilikçi Diş Hekimliği Kongresi'nde (25-27 Kasım 2022, Konya, Türkiye) sözlü bildiri olarak sunuldu.

Çalışma herhangi bir tez çalışması değildir.

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.

This study was presented as an oral presentation at Selcuk University 3rd International Congress of Innovative Dentistry (25-27 November 2022, Konya, Turkey).

The study is not any thesis work.

It is declared that during the preparation process of this study, scientific and ethical principles were followed and all the studies benefited are stated in the bibliography.

Benzerlik Taraması / Similarity scan

Yapıldı - ithenticate

Etik Bildirim / Ethical statement

ethic.selcukdentaljournal@hotmail.com

Telif Hakkı & Lisans / Copyright & License

Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmalarını CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Finansman / Grant Support

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 karar olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır. | The authors declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest

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. | The authors have no conflict of interest to declare.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Çalışmanın Tasarlanması | Design of Study: ÖE %100

Veri Toplanması | Data Acquisition: ÖE %100

Veri Analizi | Data Analysis: ÖE %100

Makalenin Yazımı | Writing up: ÖE %100

Makale Gönderimi ve Revizyonu | Submission and Revision: ÖE %100

KAYNAKLAR / RESOURCES

1. Spanaki-Voreadi AP, Kerezoudis NP, Zinelis S. Failure mechanism of ProTaper NiTi rotary instruments during clinical use: fractographic analysis. *Int Endod J* 2006;39:171-8.
2. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JEA, et al. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *J Endod* 2000;26:161-5.
3. Tripi TR, Bonaccorso A, Tripi V, et al. Defects in GT rotary instruments after use: an SEM study. *J Endod* 2001;27:782-5.
4. Peng B, Shen Y, Cheung GSP, et al. ProTaper S1 instruments after clinical use: a longitudinal examination. *Int Endod J* 2005;38:550-7.
5. Shen Y, Cheung GS, Bian Z, et al. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *J Endod* 2006;32:61-5.
6. Wei X, Ling J, Jiang J, et al. Modes of failure of ProTaper nickel-titanium rotary instruments after clinical use. *J Endod* 2007;33:276-9.
7. Yao JH, Schwartz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006;32:55-7.
8. Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2005;31:183-6.
9. Cheung GSP, Peng B, Shen Y, Darvell BW. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *Int Endo J* 2005;38:802-9.
10. Varela Patino P, Ibanez-Parraga A, Rivas-Mundina B, et al. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. *J Endod* 2010;36: 157-9.
11. You SY, Bae KS, Baek SH, et al. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod* 2010;36:1991-4.
12. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010;43: 1063-8.
13. Pedulla E, Grande NM, Plotino G, et al. Influence of continuous or reciprocating motion on cyclic fatigue resistance of different nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2013;39:258-61
14. Keleş A, Eymirli A, Uyanık O, et al. Influence of static and dynamic cyclic fatigue tests on the lifespan of four reciprocating systems at different temperatures. *Int Endod J* 2019;52:880-6.
15. Maki K, Ebihara A, Kimura S, et al. Enhanced root canal-centering ability and reduced screw-in force generation of reciprocating nickel-titanium instruments with a post-machining thermal treatment. *Dent Mater J* 2020;39:251-5.
16. Inan, U., & Gonulol, N. (2009). Deformation and fracture of Mtwo rotary nickel-titanium instruments after clinical use. *Journal of endodontics*, 35(10), 1396-1399.
17. Thu, M., Ebihara, A., Maki, K., Miki, N., & Okiji, T. (2020). Cyclic fatigue resistance of rotary and reciprocating nickel-titanium instruments subjected to static and dynamic tests. *Journal of endodontics*, 46(11), 1752-1757.
18. Yılmaz A, Gökyay SS, Dağlaroğlu R, Karagöz Küçükay I. Evaluation of deformation and fracture rates for nickel-titanium rotary instruments according to the frequency of clinical use. *Eur Oral Res* 2018; 52(2): 89-93.
19. Shen Y, Coil JM, Zhou H, Zheng Y, Haapasalo M. HyFlex nickel-titanium rotary instruments after clinical use: metallurgical properties. *International Endodontic Journal*, 46, 720-729, 2013.
20. Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int Endod J* 2001;34:386-9.
21. Cheung GSP. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcome. *Endod Topics* 2009;16:1-26.
22. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* 2006;32:1031-43.
23. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. *Int Endod J* 2002;35:7-12.
24. Shen, Y., Coil, J. M., Mo, A. J., Wang, Z., Hieawy, A., Yang, Y., & Haapasalo, M. (2016). WaveOne rotary instruments after clinical use. *Journal of endodontics*, 42(2), 186-188
25. De-Deus, G., Cardoso, M. L., Belladonna, F. G., Cavalcante, D. M., Simões-Carvalho, M., Souza, E. M., ... & Silva, E. J. N. L. (2019). Performance of Reciproc blue R25 instruments in shaping the canal space without glide path. *Journal of endodontics*, 45(2), 194-198.
26. Bürklein S, Hinschitzka K, Dammaschke T, Schafer 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. *International Endodontic Journal*, 45, 449-461, 2012.
27. Gavini G, Caldeira CL, Akisue E, Candeiro GTM, Kawakami DAS. Resistance to flexural fatigue of Reciproc R25 files under continuous rotation and reciprocating movement. *J Endod* 2012;38:684-687.
28. Park SK, Kim YJ, Shon WJ, You SY, Moon YM, Kim HC, et al.. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating nickel-titanium instruments according to the root canal anatomy. *Scanning* 2014;36:246-251.
29. Caballero H, Rivera F, Salas H. Scanning electron microscopy of superficial defects in twisted files and Reciproc nickel-titanium files after use in extracted molars. *Int Endod J* 2014; Epub ahead of print.
30. De-Deus G, Moreira EJ, Lopes HP, Elias CN. Extended cyclic fatigue life of F2 Pro-Taper instruments used in reciprocating movement. *Int Endod J* 2010;43:1063-8.
31. Kiefner P, Ban M, De-Deus G. Is the reciprocating movement per se able to improve the cyclic fatigue resistance of instruments? *Int Endod J* 2014;47:430-6.
32. Tokita D, Ebihara A, Miyara K, Okiji T. Dynamic torsional and cyclic fracture behavior of profile rotary instruments at continuous or reciprocating rotation as visualized with high-speed digital video imaging. *J Endod* 2017;43: 1337-42.
33. Plotino G, Grande NM, Porciani PF. Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: a clinical evaluation. *Int Endod J* 2015;48:199-205.
34. Rodrigues E, De-Deus G, Souza E, Silva EJ. Safe mechanical preparation with reciprocation movement without glide path creation: result from a pool of 673 root canals. *Braz Dent J* 2016;27:22-7.
35. De-Deus G, Silva EJ, Vieira VT, et al. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Reciproc files. *J Endod* 2017;43:462-6.
36. Topcuoğlu HS, Topcuoğlu G. Cyclic fatigue resistance of Reciproc Blue and Reciproc files in an s-shaped canal. *J Endod* 2017;43:1679-82.
37. Silva EJ, Vieira VT, Gabina TT, et al. The impact of using a pneumatic contra-angle device on the lifespan of M-Wire- and Blue-treated instruments. *Clin Oral Investig* 2018
38. Silva EJ, Hecksher F, Antunes HD, et al. Torsional fatigue resistance of blue-treated reciprocating instruments. *J Endod* 2018;44:1038-41.
39. Pirani C, Paolucci A, Ruggeri O, Bossù M, Polimeni A, Gatto MR, Gandolfi MG, Prati C. Wear and metallographic analysis of WaveOne and reciproc NiTi instruments before and after three uses in root canals. *Scanning*. 2014 Sep-Oct;36(5):517-25.
40. Duque, J. A., Bramante, C. M., Duarte, M. A. H., Alcalde, M. P., Silva, E. J. N. L., & Vivan, R. R. (2020). Cyclic fatigue resistance of nickel-titanium reciprocating instruments after simulated clinical use. *Journal of Endodontics*, 46(11), 1771-1775.
41. Caballero, H., Rivera, F., & Salas, H. (2015). Scanning electron microscopy of superficial defects in T wisted files and Reciproc nickel-titanium files after use in extracted molars. *International endodontic journal*, 48(3), 229-235.