

ProTaper Universal, ProTaper Next ve Extreme CM R3 Nikel Titanyum Eğelerin Döngüsel Yorgunluğa Karşı Dirençlerinin Karşılaştırılması

Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper Universal, ProTaper Next and Extreme CM R3 Nickel Titanium Files

Taha ÖZYÜREK,^a
Koray YILMAZ^a

^aEndodonti AD,
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Samsun

Geliş Tarihi/Received: 11.05.2016
Kabul Tarihi/Accepted: 22.06.2016

Yazışma Adresi/Correspondence:
Taha ÖZYÜREK
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti AD, Samsun,
TÜRKİYE/TURKEY
tahaoyurek@hotmail.com

ÖZET Amaç: Statik model altında ProTaper Universal, ProTaper Next ve Extreme CM R3 nikel titanyum eğelerinin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerinin karşılaştırılmasıdır. **Gereç ve Yöntemler:** On adet ProTaper Next X2 (25.08), 10 adet ProTaper Universal F2 (25.06) ve 10 adet Extreme CM R3 C2 (25.06) nikel titanyum eğesi çalışmaya dâhil edildi. Eğeler üretici firma talimatlarına uygun olarak, 5 mm kurvatür yarı çapına, 60° kanal kurvatür açısına ve 1.5 mm kanal iç çapına sahip paslanmaz çelikten yapılmış yapay kanallarda kırılıncaya kadar kullanıldı. Eğeler kırılıncaya kadar geçen süre dijital kronometre yardımıyla kayıt edildi ve eğelerin kırılıncaya kadar yaptığı tur sayısı hesaplandı. Elde edilen veriler Kruskal-Wallis testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi. **Bulgular:** Eğelerin kırılıncaya kadar yaptığı ortalama tur sayılarının yüksekte düşüğe sıralaması sırasıyla Extreme CM R3 C2, ProTaper Next X2 ve ProTaper Universal F2 olarak bulundu. Bütün gruplar arasında istatistiksel olarak fark vardı ($p<0,05$). **Sonuç:** Çalışmamızın sınırları dâhilinde, Extreme CM R3 nikel titanyum eğesinin döngüsel yorgunluğa karşı olan direnci ProTaper Universal ve ProTaper Next NiTi eğesinden daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Endodonti; titanyum nikelid

ABSTRACT Objective: To compare the cyclic fatigue resistance of ProTaper Universal, ProTaper Next and Extreme CM R3 nickel titanium files under static model. **Material and Methods:** Ten ProTaper Universal F2 (25.08), 10 ProTaper Next (25.06) and 10 Extreme CM R3 C2 (25.06) nickel titanium files were included in the present study. According to the manufacturer instruction files were rotated in an artificial stainless steel with 5 mm radius, 60° angle of curvature and 1.5 mm inner diameter. The time to failure of files was recorded with a digital chronometers and the number of cycles to failure of files were calculated. Kruskal-Wallis test was performed for statistically analyze. **Results:** The mean number of cycles to failure of files highest to lowest was Extreme CM R3 C2, ProTaper Next X2 and ProTaper Universal F2 respectively. A statistically significant difference was noted between all the groups ($p<0.05$). **Conclusion:** Within the limitation of the present study the cyclic fatigue resistance of Extreme CM R3 nickel titanium file was greater than the ProTaper Universal and ProTaper nickel titanium files.

Key Words: Endodontics; titanium nickellide

Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2016;22(3):190-4

Nikel titanyum (NiTi) eğeler, sahip oldukları üstün kesme yetenekleri ve esneklikleri sebebiyle son yıllarda kök kanal şekillendirme işlemlerinde popüler hâle gelmiştir.¹ Ancak NiTi eğelerin en büyük problemlerinden biri, özellikle eğri kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında herhangi bir belirti vermeden meydana gelen tekrarlayan gerilme ve

sıkışma kuvvetleri sonucunda oluşan döngüsel yorgunluğa bağlı olarak kırılmalarıdır.²⁻⁴

ProTaper Universal (PTU; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) konvansiyonel NiTi alaşımdan üretilmiş bir eğe sistemidir. PTU değişken koniklik açısına ve konveks üçgen kesite sahiptir. NiTi eğelerin üretim işlemleri sırasında veya sonrasında uygulanan termomekanik işlemler, NiTi alaşımların kimyasal ve/veya mekanik özelliklerini etkileyebilmektedir.⁵⁻⁸ Üretim tekniklerinde ve eğelerin tasarımlarında (eğelerin kesitleri, koniklik açıları, sarmal yapıları gibi) meydana gelen gelişmelerle NiTi eğelerin döngüsel yorgunluğa karşı olan dirençlerinin artırılması hedeflenmektedir.⁹ Termomekanik işlem ile konvansiyonel NiTi alaşımların mikro yapısı düzenlenerek üretilen alaşımlardan biri M-Wire (Sportswire LLC, Langley, Oklahoma) alaşımıdır. M-Wire alaşımından üretilen ProTaper Next (PTN; Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğe sistemi değişken koniklik açısına ve offset kare kesite sahiptir.

Termomekanik işlemler ile üretilen bir başka alaşım ise “controlled memory (CM)” alaşımlarıdır. CM alaşımından üretilen NiTi eğelerin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerinin konvansiyonel alaşımdan üretilen NiTi eğelere göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir.^{5,10} CM alaşımların bir başka özelliği ise; CM alaşımından üretilen eğelerin, konvansiyonel alaşımdan üretilen eğelerin sahip olduğu şekil hafızasına sahip olmamasıdır.¹⁰ Piyasaya yeni sürülen ve CM alaşımından üretilen eğe sistemlerinden olan Extreme CM R3 (EXR3; Edge Endo, ABD) konveks üçgen kesite sahiptir. Bu eğe sistemi bir adet kanal ağzı girişi genişleticisi NX (25.12), iki adet koronal genişletme egesi N1 (17.04) ve N2 (17.06) ve dört adet apikal bitirme egesi C1 (20.06), C2 (25.06), C3 (30.06) ve C4 (40.06) olmak üzere sabit koniklik açısına sahip yedi adet eğeden oluşmaktadır.

Yaptığımız kapsamlı literatür taramasında EXR3 NiTi eğelerinin döngüsel yorgunluğa karşı direncini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı statik model altında PTU, PTN ve EXR3 NiTi eğelerinin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerinin karşılaştırılmasıdır. Çalışmamızın sıfır hipotezi; test edilen NiTi eğelerin döngüsel

yorgunluğa karşı dirençleri arasında fark olmayacağıdır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

On adet PTU F2 (25.08), 10 adet PTN X2 (25.06) ve 10 adet EXR3 C2 (25.06) NiTi egesi çalışmaya dâhil edildi. Bütün eğeler statik test düzeneğinde kullanılmadan önce x20 büyütme altında stereomikroskop (Olympus BX43, Olympus Co., Tokyo, Japonya) altında deformasyon ve üretim hatası açısından incelendi.

Döngüsel yorgunluk testi için, 5 mm kurvatür yarı çapına, 60° kanal kurvatür açısına ve 1,5 mm kanal iç çapına sahip paslanmaz çelikten yapılmış yapay kanallar kullanıldı. Ayrıca, kanalların sahip olduğu kurvatürün merkezi, yapay kanalların apikal sonlanım noktasının 5 mm koronaline konumlu idi. Eğeler üretici firma talimatlarına uygun olarak VDW Silver Reciproc (VDW, Münih, Almanya) endodontik motoru ile 300 rpm ve 2 N tork değerinde kullanıldı. Bütün gruplarda eğeler ile yapay kanal duvarları arasındaki sürtünmeyi en aza indirmek ve eğelerin yapay kanallarda serbestçe dönebmesini sağlamak amacıyla sentetik yağ (WD-40 Company, Milton Keynes, İngiltere) kullanıldı. Bütün eğeler kırılıncaya kadar yapay kanallarda kullanıldı ve kırılıncaya kadar geçen süre dijital kronometre ile kayıt altına alındı. Daha sonra elde edilen süreler üzerinden eğelerin kırılıncaya kadar yaptığı tur sayısı (KKTS) formül yardımı ile hesaplandı (KKTS= Eğelerin dakikada yaptığı tur sayısı (rpm) x süre (sn)/60).

Her gruptan ikişer eğe olmak üzere toplamda altı eğe, eğelerin döngüsel yorgunluğa bağlı olarak kırıldığını teyit etmek amacıyla taramalı-elektron mikroskobu (JEOL, JSM-7001F, Tokyo, Japonya) altında incelendi.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Elde edilen verilerin normal dağılmadığı Shapiro-Wilk testi ile saptandı. Daha sonra verilerin istatistiksel analizi SPSS 21.0 (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak Kruskal-Wallis testi ile yapıldı. İstatistiksel önem seviyesi %5 olarak ayarlandı.

BULGULAR

PTU F2, PTN X2 ve EXR3 C2 NiTi eğelerin statik model altında kırılıncaya kadar yaptıkları tur sayılarının ortalama ve standart sapmaları Tablo 1’de görülmektedir. Döngüsel yorgunluğa karşı en fazla direnci, istatistiksel olarak EXR3 C2 eğesi ($4407,15 \pm 326,92$) göstermiştir ($p < 0,05$). PTN X2 ($554,80 \pm 55,75$) eğesi de döngüsel yorgunluğa karşı PTU F2 ($236,21 \pm 41,50$) eğesinden istatistiksel olarak daha iyi direnç göstermiştir ($p < 0,05$).

Taramalı elektron mikroskobu ile eğelerin kırık yüzeylerinden alınan fotoğraflar incelendiğinde, bütün gruplarda yorgunluğa bağlı kırılmalarda görülen yorgunluk çizgileri gözlemlendi (Resim 1A-F).

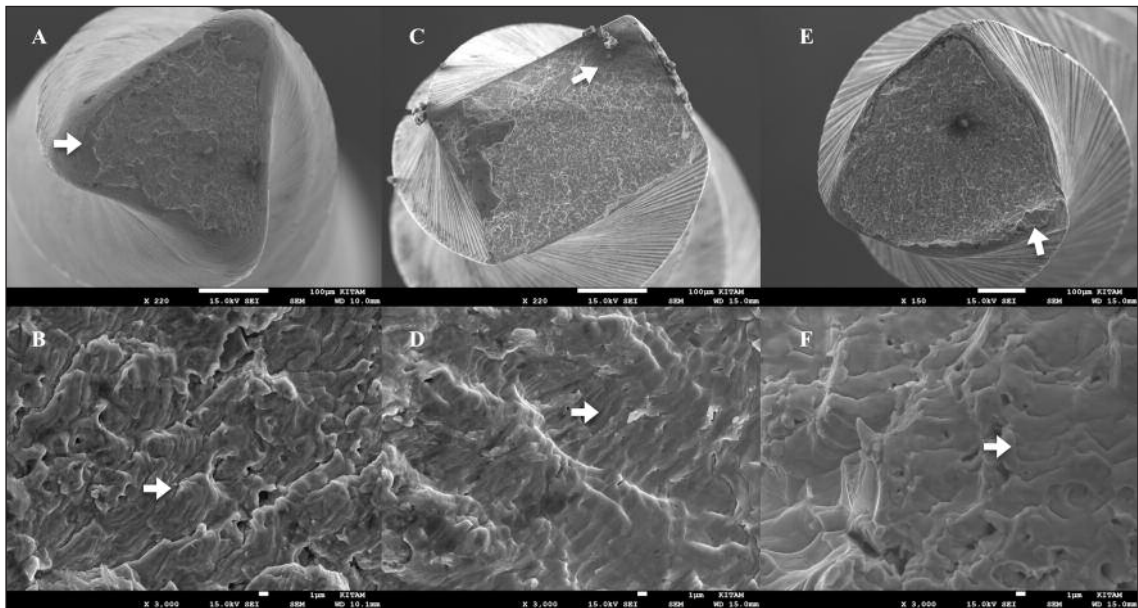
TABLO 1: Eğelerin kırılıncaya kadar yaptığı tur sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri.*

Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	P değeri
Extreme R3 C2	10	4407,15 ^a	326,92	
ProTaper Next X2	10	554,80 ^b	55,75	<0,05
ProTaper Universal F2	10	236,21 ^c	41,50	

* Farklı harfler arasında istatistiksel olarak fark vardır ($p < 0,05$).

TARTIŞMA

NiTi eğelerin üretiminde yeni alaşımların kullanılması ve tasarımlarında meydana gelen gelişmeler eğelerin döngüsel yorgunluğa karşı olan dirençlerini geliştirirse de, NiTi eğelerde meydana gelen kırıklar klinikte hâlen hekimlerin en büyük problemlerinden biridir. NiTi eğelerin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerini inceleyen çalışmaların en büyük problemi, çalışmanın sonucuna etki edebilecek faktörlerin (metal alaşımı, eğelerin dizaynı ve çapı gibi) tam olarak elimine edilememesidir.¹¹ Döngüsel yorgunluk çalışmalarında çekilmiş insan dişleri kullanmak, klinik koşulları daha iyi yansıtmasına rağmen, dişlerin sahip olduğu anatomik varyasyonları standardize etmek mümkün olamamaktadır.¹² Bu nedenden dolayı döngüsel yorgunluk çalışmalarında çekilmiş dişlerin kullanılması ideal değildir. Döngüsel yorgunluk çalışmalarında yapay olarak hazırlanmış standart kanalların kullanılması, çalışmanın sonuçlarına etki edebilecek diğer faktörleri en aza indirmek açısından daha yararlı olacaktır. Bu nedenden dolayı çalışmamızda paslanmaz çelikten yapılmış standart yapay kanallar kullanılmıştır.



RESİM 1: Eğelerin kırık yüzeylerinde görülen kırık hatları ve döngüsel yorgunluğa bağlı olarak görülen yorgunluk çizgileri (beyaz oklar) (A-B, Extreme CM R3; C-D, ProTaper Next; E-F, ProTaper Universal).

Çalışmamızın sonuçlarına göre EXR3 C2 eğesi döngüsel yorgunluğa karşı PTU F2 ve PTN X2 eğelerinden istatistiksel olarak daha dirençli bulunmuştur. Bu nedenden dolayı çalışmamızın sıfır hipotezi reddedilmiştir. Çalışmamızın sonuçlarını destekler şekilde Topçuoğlu ve ark., Nguyen ve ark. ile Pérez-Higueras ve ark. (2014) PTU ve PTN NiTi eğelerinin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerini karşılaştırdıkları çalışmalarında PTN eğesinin döngüsel yorgunluğa karşı olan direncinin PTU eğesinden daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.¹³⁻¹⁵ Elnaghy PTN ve PTU eğelerinin döngüsel yorgunluğa karşı dirençlerini inceledikleri çalışmalarında, PTN eğesinin döngüsel yorgunluğa karşı olan direncinin PTU eğesinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.¹⁶ Elnaghy, bu farklılığın PTN eğesinin sahip olduğu offset tasarımından kaynaklandığını ve bu sayede eğenin kanal duvarlarına olan temas noktasının azalmasına bağlı olduğunu savunmuştur. Yapılan çalışmalarda eğelerin sahip olduğu kesitlerin, döngüsel yorgunluğa karşı olan dirençlerini etkilediği bildirilmiştir.^{11,17} Ayrıca yapılan çalışmalarda M-Wire alaşımının döngüsel yorgunlukta önemli rol oynadığı rapor edilmiştir.¹⁸⁻²⁰ Çalışmamızda PTN X2 NiTi eğelerinin daha yüksek direnç göstermesinin, PTN X2 eğelerinde kullanılan M-Wire alaşımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre EXR3 NiTi eğesi döngüsel yorgunluğa karşı PTU ve PTN eğe-

lerinden istatistiksel olarak daha dirençli bulunmuştur. Literatürde EXR3 eğesinin döngüsel yorgunluğunu araştıran çalışma bulunmadığından dolayı çalışmamızın sonuçları diğer çalışmalar ile doğrudan karşılaştırılamamaktadır. Konvansiyonel NiTi alaşımlar ağız ve oda sıcaklığında ostenit fazda bulunurken, CM alaşımlar oda sıcaklığında ostenit ve martensit fazların karışımı hâlinde bulunmaktadır.²¹ Martensit ostenite göre daha yumuşaktır ve CM alaşımında üretilen eğeler daha çok martensittir, bu durum eğelerin döngüsel yorgunluğuna karşı direncine olumlu yönde etki etmektedir.¹⁰ CM alaşımdan üretilen eğelerin konvansiyonel NiTi alaşımdan üretilen eğelere göre döngüsel yorgunluğa karşı daha dirençli olduğu gösterilmiştir.^{13,16} Çalışmamızın sonuçlarına göre EXR3 eğesinin döngüsel yorgunluğa karşı PTU ve PTN eğelerinden daha yüksek direnç göstermesinin üretildiği CM alaşımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Çalışmamızın sınırları dâhilinde, EXR3 CM C2 NiTi eğesinin döngüsel yorgunluğa karşı olan direnci PTU F2 ve PTN X2 NiTi eğesinden daha yüksek bulunmuştur.

Teşekkür

Çalışmamızda kullandığımız Extreme CM R3 NiTi eğelerini sağlayan BMP Medikal'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Bird DC, Chambers D, Peters OA. Usage parameters of nickel-titanium rotary instruments: a survey of endodontists in the United States. J Endod 2009;35(9):1193-7.
- Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. J Endod 2000;26(3):161-5.
- Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Am J Dent 2001;14(5):324-33.
- Young JM, Van Vliet KJ. Predicting in vivo failure of pseudoelastic NiTi devices under low cycle, high amplitude fatigue. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2005;72(1):17-26.
- Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WA, Kovarik L, Buie C, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. J Endod 2009;35(11):1589-93.
- Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. J Endod 2012;38(1):105-7.
- 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(6):798-800.
- Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2011;37(7):997-1001.
- 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(11):1406-9.
- Ninan E, Berzins DW. Torsion and bending properties of shape memory and superelastic nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2013;39(1):101-4.
- Cheung G, Zhang E, Zheng Y. A numerical method for predicting the bending fatigue life of NiTi and stainless steel root canal instruments. Int Endod J 2011;44(4):357-61.

12. Yao JH, Schwartz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006; 32(1):55-7.
13. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Akti A, Düzgün S. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of ProTaper Next, HyFlex CM, One-Shape, and ProTaper Universal Instruments in a canal with a double curvature. *J Endod* 2016;42(6):969-71.
14. Nguyen HH, Fong H, Paranjpe A, Flake NM, Johnson JD, Peters OA. Evaluation of the resistance to cyclic fatigue among ProTaper Next, ProTaper Universal, and Vortex Blue rotary instruments. *J Endod* 2014;40(8): 1190-3.
15. Pérez-Higueras JJ, Arias A, de la Macorra JC, Peters OA. Differences in cyclic fatigue resistance between ProTaper Next and ProTaper Universal instruments at different levels. *J Endod* 2014;40(9):1477-81.
16. Elnaghy A. Cyclic fatigue resistance of ProTaper Next nickel titanium rotary files. *Int Endod J* 2014;47(11):1034-9.
17. Zhang EW, Cheung GS, Zheng YF. Influence of cross-sectional design and dimension on mechanical behavior of nickel-titanium instruments under torsion and bending: a numerical analysis. *J Endod* 2010;36(8):1394-8.
18. Al-Hadlaq SM. Evaluation of cyclic flexural fatigue resistance of 25/0.04 and 25/0.06 twisted file rotary nickel-titanium endodontic instruments. *Aust Endod J* 2013;39(2):62-5.
19. da Cunha Peixoto IF, Pereira ES, da Silva JG, Viana AC, Buono VT, Bahia MG. Flexural fatigue and torsional resistance of ProFile GT and ProFile GT series X instruments. *J Endod* 2010;36(4):741-4.
20. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35(3):401-3.
21. 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.