

Isıl İşlem Uygulanmış NiTi Eğelerin Vücut Sıcaklığındaki Döngüsel Yorgunluk Dirençlerinin Karşılaştırılması

Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of Heat Treated NiTi Files at Body Temperature

Seniha MIÇOOĞULLARI KURT

<https://orcid.org/0000-0001-7843-5686>

Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

Atıf/Citation: Miçooğulları Kurt S., (2022). Isıl işlem uygulanmış NiTi eğelerin vücut sıcaklığındaki döngüsel yorgunluk dirençlerinin karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 2022; 43_2, 147-150.

ÖZ

Giriş ve Amaç: Bu çalışmanın amacı Perfect RC Gold ve Perfect RC Blue NiTi eğelerinin vücut sıcaklığındaki döngüsel yorgunluk dirençlerinin karşılaştırılmasıdır.

Yöntem ve Gereçler: Çalışmaya 12'şer adet Perfect RC Gold (25.08) ve Perfect RC Blue (25.08) resiprokal NiTi eğeleri dâhil edildi. Tüm eğelerin döngüsel yorgunluk testleri 37°C sıcaklıkta, 90° eğrilik açısına ve 3 mm yarıçapa sahip yapay, paslanmaz çelik bir kanal kullanılarak gerçekleştirildi. Her eğe için kırılmaya kadar geçen süre süre bir dijital kamera ile kayıt altına alındı. Eğelerin kırılana kadar yaptığı tur sayısı: eğelerin dakikada yaptığı tur sayısı (rpm) x süre(sn)/60 formülü kullanılarak hesaplandı. Gruplar arasında fark olup olmadığı Student t Testi ile analiz edildi.

Bulgular: RS Gold eğesinin kırılana kadar yaptığı tur sayısı değerinin RS Blue eğesinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Tartışma ve Sonuç: Bu çalışmanın sınırları dâhilinde, Perfect RS Gold NiTi eğesinin döngüsel yorgunluk direncinin Perfect RS Blue eğesinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel yorgunluk, ısıl işlem, resiprokasyon

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study is to compare the cyclic fatigue resistance of Perfect RC Gold and RC Blue NiTi files at body temperature.

Methods: Perfect RC Gold (25.08) ve RC Blue (25.08) reciprocating files were included in the present study ($n=12$). All tested files were used in an artificial stainless steel canal with 3 mm radius and 90° angle of curvature according to the manufacturer instruction. The time to failure of files was recorded. The number of cycles to failure of the files were calculated and the data were analysed with Student t test.

Results: The number of cycles to failure value of the RS Gold file was statistically significantly higher than that of the RS Blue file ($p<0.05$).

Discussion and Conclusion: Within the limitations of the present study, the cyclic fatigue resistance of the Perfect RS Gold NiTi file was higher than that of the Perfect RS Blue file.

Keywords: Cyclic fatigue, heat treatment, reciprocating file

Sorumlu yazar/Corresponding author*: senemico@hotmail.com

Başvuru Tarihi/Received Date: 04.07.2022

Kabul Tarihi/Accepted Date: 19.07.2022

GİRİŞ

Son yıllarda nikel-titanyum (NiTi) döner sistemler endodonti pratiğinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. NiTi kanal eğelerinin geleneksel paslanmaz çelik el eğelerine göre yüksek esneklik, artan kesme etkinliği, daha hızlı kök kanal şekillendirmesi gibi avantajları bulunmaktadır.^{1,2} Ancak tüm bu olumlu özelliklerine ve gözle görülür bir deformasyon olmamasına rağmen gerçekleşebilen ege kırıkları NiTi döner sistemlerin en önemli dezavantajıdır. Özellikle eğimli kanallarda, aletler uzun süre gerilme ve sıkışmaya maruz kaldığı için, süre ile doğru orantılı olarak artan, dönme ve bükülme yorgunluğu oluşmaktadır. Egeğin döngüsel ve burulma yorgunluğu da ege kırılmasının ana nedenleri olarak kabul edilir.^{3,4} Bu nedenle, NiTi eğelerin mekanik özelliklerini ve kırılma dirençlerini iyileştirmeye odaklanılmıştır.

Literatürde, eğelerin enine kesit dizaynları, koniklik açıları ve kinematiğinin döngüsel yorgunluk direncini etkileyebilecek faktörler olduğu bildirilmiştir.⁵ Bunlar dışında kanal eğelerinin mekanik özelliklerini iyileştirmek için çeşitli ısı işlem teknolojileri de kullanılmaktadır. Eğeye bir ısı işlem protokolü uygulanması, NiTi alaşımının faz dönüşüm davranışını değiştirir. NiTi alaşımının ısıtılıp soğutulması ile uygulanan ısı işlemler sonucunda alaşımın geçiş sıcaklıklarının, alaşımın faz yapısının oranlarının değiştirilmesi egeğin esnekliğini arttırarak mekanik özelliklerini ve yorulma direncini arttırmaktadır.⁶ Eğelerin enine kesiti, konisiteleleri ve kinematiği değiştirilerek farklı ege tasarımlarının oluşturulması ve ısı işlem uygulamalarındaki ilerlemeler, çok çeşitli NiTi sistemlerinin üretilmesine yol açmıştır.⁷

Günümüze kadar NiTi döner aletler, kontrollü kalite standartlarıyla üretilmekte ve birçok tanınmış şirket tarafından dünya çapında dağıtılmaktaydı. Ancak son yıllarda, NiTi sistemlerinin üretim teknolojisi başka yerlerde kullanılabilir hale gelmiş ve küçük yerel şirketler dünya çapında bilinen enstrümanlara benzer özelliklere sahip NiTi eğeler üretmeye başlamıştır. Bu şirketlerden biri tarafından üretilen Perfect RC Gold ve RC Blue (Shenzhen Perfect Medical Instruments, Guangdong Province, China) eğeleri sabit koniklik açısına sahip resiprokasyon hareketi ile çalışan NiTi eğelerdir. RC Gold ve RC Blue sistemleri 25.08, 40.06 ve 50.05 apikal çap ve konik açısına sahip üç egeden oluşmaktadır.⁸ Literatür incelendiğinde piyasaya yeni sürülmüş olan Perfect NiTi eğelerinin döngüsel yorgunluğa karşı direncini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı farklı ısı işlem teknolojileri ile üretilmiş olan resiprokasyon hareketi ile çalışan Perfect RC Gold ve Perfect RC Blue NiTi eğelerinin vücut sıcaklığındaki döngüsel yorgunluk dirençlerinin karşı-

laştırılmasıdır. Çalışmamızın sıfır hipotezi; test edilen NiTi eğelerin döngüsel yorgunluk dirençleri arasında fark olmayacağıdır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmaya 12 adet Perfect RC Gold (25.08) ve 12 adet Perfect RC Blue (25.08) respirokale NiTi eğeleri dâhil edildi. Tüm eğeler stereomikroskop altında üretim hatası yönünden incelendi ve kusurlu bir ege ile tespit edilmedi. Tüm eğelerin döngüsel yorgunluk testleri klinik koşulları simüle etmek için 37°C sıcaklıkta ve 90°C eğrilik açısına ve 3 mm yarıçapa sahip yapay, paslanmaz çelik bir kanal kullanılarak gerçekleştirildi.⁹ Tüm eğeler için çalışma boyu 19 mm olarak sabitlendi ve üretici firma talimatlarına uygun olarak X Smart plus (VDW, Münih, Almanya) endodontik motoru ile Reciproc modunda kırılıncaya kadar yapay kanallarda kullanıldı. Eğeler ile yapay kanal duvarları arasındaki sürtünmeyi en aza indirmek ve eğelerin yapay kanallarda serbestçe dönebilmesini sağlamak amacıyla sentetik yağ (WD-40 Company, Milton Keynes, İngiltere) kullanıldı. Her ege için kırılmaya kadar geçen süre süre bir dijital kamera ile kayıt altına alındı. Daha sonra istatistiksel analizlerde kullanılmak üzere eğelerin kırılana kadar yaptığı tur sayısı: eğelerin dakikada yaptığı tur sayısı (rpm) x süre(sn)/60 formülü kullanılarak hesaplandı. RECIPROC modu için kullanılan dönüş hızı Kim ve arkadaşlarının¹⁰ önerdiği gibi, 300 rpm olarak kullanıldı.

İstatistiksel Analiz

Analizler için IBM SPSS Statistics Version 25 paket programı kullanılmış ve tüm analizlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak alınmıştır. Tanımlayıcı istatistiklerde ortalama ve standart sapma değerleri incelenmiştir. Verilerin dağılımı Shapiro-Wilk testi ile incelenmiş ve normal dağılım görüldüğü için deney grupları arasında döngüsel yorgunluk direnci açısından fark olup olmadığı Student t testi ile analiz edilmiştir.

BULGULAR

Her iki grupta incelenen eğelerin kırılıncaya kadar yaptığı tur sayısı ortalamaları ve standart sapma değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Test edilen eğeler kırılana kadar yaptığı tur sayısı ortalama ve standart sapma değerleri

Ege tipi	N	KKTS (Mean ± SS)
RC Gold	12	519,17 ±99,973
RC Blue	12	396,25 ±86,448

KKTS: Eğelerin kırılıncaya kadar yaptıkları tur sayıları; SS: Standart sapma

Test edilen sistemlerden RS Gold egesinin kırılıncaya kadar yaptığı tur sayısı ortalaması 519,17 iken, RS Blue egesinin yaptığı tur sayısı ortalamasının 396,25 olduğu tespit edilmiştir. RS Gold egesinin döngüsel yorgunluk direnci RS Blue egesinin döngüsel yorgunluk direncinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksektir ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Literatürde, NiTi aletlerinin döngüsel yorgunluk direncini incelemek için çekilmiş dişler ya da yapay kanallar kullanılmaktadır. Ancak çekilmiş insan dişleri klinik koşulları daha iyi yansıtsa da, sahip oldukları anatomik varyasyonlar nedeniyle standardizasyonu olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir.¹¹ Döngüsel yorgunluk testleri statik ya da dinamik model düzeneklerinde yapılabilmektedir. Dinamik modelin klinik koşulları daha iyi yansıttığı ve elde edilen tur sayılarının statik teste oranla daha yüksek olduğu bildirilse de, karşılaştırılan sistemler arasındaki sıralamanın hem statik hem de dinamik modelde benzer olduğu vurgulanmıştır.¹² Bu nedenle bu çalışmada, döngüsel yorgunluk dirençleri paslanmaz çelik bir blokta simüle bir kanal kullanılarak statik test metodu ile değerlendirilmiştir.¹³

Daha önceki birçok çalışmada, döngüsel yorgunluk testleri oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir ancak ısıl işlem görmüş NiTi eğerlerin döngüsel yorgunluk dirençlerinin ortam sıcaklığından etkilendiği gösterilmiştir.^{14,15,16} Ayrıca döngüsel yorgunluk direncinin, ortam sıcaklığına kıyasla 37°C'de daha düşük olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle, bu çalışmada test düzeneği vücut sıcaklığını taklit etmek üzere 37 °C'ye ayarlandı.¹⁷

Bu çalışmanın bulgularına göre gold ısıl işlem teknolojisi ile üretilmiş olan Perfect RS Gold egesinin döngüsel yorgunluk direnci blue ısıl işlemi uygulanmış Perfect RS Blue egesinin direncinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Bu nedenle çalışmamızın sıfır hipotezi reddedilmiştir. Literatürde NiTi aletlerinin kesit tasarımı, alaşım özellikleri, eğerlerin koniklik açıları, kinematığı ve uygulanan ısıl işlem döngüsel yorgunluk direncini etkileyen faktörler olarak bildirilmiştir.^{5, 18, 19, 20} Bu çalışmada kullanılan her iki ege de resiprokasyon hareketi ile çalışmaktadır, kesitleri ve koniklik açıları aynıdır. Dolayısıyla Perfect RS Gold ve Perfect RS Blue eğerleri yalnızca üretimleri sırasında uygulanan ısıl işlemler açısından farklılık göstermektedir. Gold ve Blue NiTi eğerlere uygulanan ısıl işlem ege yüzeyinde görünür bir titanyum oksit tabakası oluşumuna neden olmaktadır ve egeye rengini veren titanyum oksit tabakasının kalınlığıdır.²¹ Çalışmamızın bulgularından farklı olarak, OneShape, Hyflex EDM, Reciproc Blue ve Waveone Gold eğerlerinin döngüsel yorgunluk dirençlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Waveone Gold eğerlerinin döngüsel yorgunluk direncinin Reciproc Blue eğerlerinden daha düşük olduğu bildirilmiştir.²² Bir diğer çalışmada ise Reciproc Blue ve Waveone Gold

eğerlerinin döngüsel yorgunluk dirençleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir.²³ Çalışmamızın metodolojisinin aksine, Reciproc Blue ve Waveone Gold sistemlerinin üretiminde kullanılan ısıl işlem teknolojilerinin yanı sıra, eğerlerin çapraz kesitleri ve koniklik açıları da farklılık göstermektedir. Bu nedenle Reciproc Blue egesinin döngüsel yorgunluk direncinin Waveone Gold egesinden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmasının yalnızca blue ısıl işlemin etkisi olduğunu söylemek mümkün değildir.

Çeşitli çalışmalarda S-şekilli kesitin, üçgen, yatay veya dikdörtgen kesitli tasarımlara göre döngüsel yorulmaya karşı daha iyi direnç sağladığı bildirilmiştir.^{18,19,20,24} Bu bilgiler doğrultusunda, iki sistem arasındaki döngüsel yorgunluk farkının Reciproc Blue eğerlerinin S şekilli enine kesitinden de kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Bilgimiz dahilinde Perfect RC Blue ve Gold eğerlerinin döngüsel yorulma direncini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır, bu nedenle elde ettiğimiz veriler doğrudan diğer çalışmaların bulgularıyla karşılaştırılmamaktadır. Öte yandan, bu çalışmaya benzer olarak, Kandemir Demirci ve arkadaşlarının,²⁵ aynı dizayna ve aynı çapa sahip olan Scope RS Blue ve Scope RS Gold eğerlerinin döngüsel yorgunluk dirençlerini inceledikleri çalışmada istatistiksel olarak anlamlı fark olmasa da Scope RS Gold eğerlerinin kırılıncaya kadar yaptığı tur sayısı değerlerinin Scope RS Blue egesinden daha yüksek olduğu gösterilmiştir.

Eğimli kök kanallarının şekillendirilmesi sırasında, yüksek esnekliğe sahip bir NiTi aletinin seçilmesi, basamak, perforasyon ve ege kırılması gibi komplikasyonların gelişme riskini azaltır. Isıl işlem uygulamaları ile NiTi egeinin şekil hafıza özelliği değiştirilerek ege bükülebilir hale gelir.²⁶ Bu özellik, egeinin kök kanal morfolojisine uyumunu ve eğimi geçme kabiliyetini geliştirerek egeinin yorulma ömrünü de uzatabilir. Bununla birlikte, uygulanan ısıl işleme bağlı olarak, bükülebilirliğin derecesi ve egeinin döngüsel yorulma direnci değişebilir. Şiddetli eğimi taklit etmesi amacıyla testlerin 90° eğimde gerçekleştirildiği bu çalışmanın bulguları da ısıl işlem uygulamalarının egeinin döngüsel yorgunluk direncini etkileyebileceği düşüncesini destekler niteliktedir. Ancak kanal eğerlerinin kırılmasını etkileyen tek faktörün sadece döngüsel yorgunluk direnci olmadığı, özellikle klinik koşullarda bu durumu etkileyen birçok faktör olduğu ve bu nedenle kanal eğerlerinin değerlendirilmesi için yapılacak klinik çalışmalara da ihtiyaç olduğu unutulmamalıdır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları dâhilinde, Perfect RS Gold NiTi egesinin döngüsel yorgunluk direncinin Perfect RS Blue egesinden daha yüksek olduğu ve şiddetli eğimli dişlerde Perfect RS Gold egesinin tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J* 2005;38:743–752.
2. Pedullà E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, La Rosa G, Rapisarda E. Torsional and cyclic fatigue resistance of a new nickel-titanium instrument manufactured by electrical discharge machining. *J Endod* 2016;42:156–159.
3. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
4. Sattapan B, Nervo G, Palamara J, Messer H. Defects in nickel titanium endodontic rotary files after clinical usage. *J Endod* 2000;26:161-165.
5. 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; 44:357-361.
6. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod* 2013;39:163-72.
7. Braga LC, Faria Silva AC, Buono VT, de Azevedo Bahia MG. Impact of heat treatments on the fatigue resistance of different rotary nickel-titanium instruments. *J Endod* 2014;40:1494–1497.
8. <https://www.dental-perfect.com/doctor/index.html>
9. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:1469–1476.
10. 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;38:541-544.
11. Yao JH, Schwartz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model. *J Endod* 2006;32:55-57.
12. Keleş A, Eymirli A, Uyanık O, Nagas E. Influence of static and dynamic cyclic fatigue tests on the lifespan of four reciprocating systems at different temperatures. *Int Endod J* 2019;52:880–886.
13. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:401-403.
14. Grande NM, Plotino G, Ahmed HMA, Cohen S, Bukiet F. The reciprocating movement in endodontics. *Endod Prac* 2016;9:37–42.
15. Plotino G, Grande NM, Bellido MM, Testarelli L, Gambarini G. Influence of temperature on cyclic fatigue resistance of ProTaper gold and ProTaper universal rotary files. *J Endod* 2017;43:200–202.
16. Yılmaz, K, Uslu G, Gündoğar M, Özyürek T, Grande NM, Plotino G. Cyclic fatigue resistances of several nickel–titanium glide path rotary and reciprocating instruments at body temperature. *Int Endod J* 2018;51:924–930.
17. de Vasconcelos RA, Murphy S, Carvalho CA, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for Reduced Fatigue Resistance of Contemporary Rotary Instruments Exposed to Body Temperature. *J Endod* 2016;42:782-787.
18. Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Somma F. Cyclic fatigue resistance and three dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J*, 2006;39:755–763.
19. Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod* 2008;34:1003–1005.
20. Plotino G, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G. Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Int Endod J* 2012;45:614–618.
21. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J* 2018;51:1088–1103.
22. Gündoğar M, Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of OneShape, HyFlex EDM, WaveOne Gold, and Reciproc Blue Nickel-titanium Instruments. *J Endod* 2017;43:1192-1196.
23. Özyürek T. Cyclic fatigue resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne gold nickel-titanium instruments. *J Endod* 2016;42:1536–1539.
24. Kaval ME, Capar ID, Ertas H, Sen BH. Comparative evaluation of cyclic fatigue resistance of four different nickel-titanium rotary files with different cross-sectional designs and alloy properties. *Clin Oral Investig* 2016;21:1527–1530.
25. Kandemir Demirci G, Micoogullari Kurt S, Serefoglu B, Kaval ME, Çalışkan MK. Farklı Isıl İşlem Uygulanmış Nikel Titanyum Eğelerin Döngüsel Yorgunluk Dirençlerinin Karşılaştırılması. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2020;41:209-213.
26. Bürklein S, Flöch S, Schäfer E. Shaping ability of reciprocating single-file systems in severely curved canals: WaveOne and Reciproc versus WaveOne gold and Reciproc blue. *Odontology* 2019;107: 96–102.