

BT-Race ve HyFlex CM döner alet sistemlerinin dönme yorgunluğu dayanımlarının değerlendirilmesi

Comparison of cyclic fatigue resistance of BT-Race and HyFlex CM instruments

Dt. Vasfiye Işık

İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul

Dr. Güher Barut

Yeditepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul

Doç. Dr. Handan Ersev

İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul

Geliş tarihi: 20 Haziran 2016

Kabul tarihi: 8 Ağustos 2016

DOI: 10.5505/yeditepe.2016.69775

Yazışma Adresi:

Dr. Güher Barut
Yeditepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı, İstanbul
Bağdat Cad. No: 238 34728 Göztepe/İstanbul
Tel: 02163636044-6464
Fax: 02163636211
Eposta: guherbarut85@hotmail.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, özel ısıtılardan üretilen HyFlex CM ve elektro-kimyasal yüzey işleme yapılan BT-Race döner alet sistemlerinin dönme yorgunluğu dayanımlarının karşılaştırılarak değerlendirilmesidir.

Gereç ve yöntem: Toplamda 36 adet döner alet kullanılmıştır. BT-Race ve HyFlex CM döner alet sistemlerinin kullanıldığı 2 deney grubunda da üçgen kesite sahip, ISO 35,04 ve 25 mm uzunluktaki eğeler kullanılmıştır. Dönme yorgunluğu testi, 45° eğim açısı, 5 mm eğim yarıçapı ve 1,5 mm iç çapa sahip paslanmaz çelik yapay bir kanal düzeneğinde yapılmıştır. Eğelerin kırılmasına kadar geçen süre bir kronometre ile saniye cinsinden kaydedilmiş ve elde edilen değere göre kırılma anındaki dönme sayısı hesaplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde bağımsız t testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

Bulgular: Hyflex CM grubuna ait kırılma anındaki dönme sayısı (532.36 ± 76.60), BT-Race grubundan (294.72 ± 66.17) istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p = 0.0001$).

Sonuç: Özel bir ısıtılardan üretilen HyFlex CM eğelerin döngüsel yorgunluk dayanımları, EP ile yüzey düzeltme işlemi yapılan BT-Race eğelerden daha yüksektir.

Anahtar kelimeler: HyFlex CM, BT-Race, dönme yorgunluğu, elektro-kimyasal cilalama.

SUMMARY

Aim: The aim of this study is to compare the cyclic fatigue resistance of HyFlex CM and BT-Race.

Materials and Methods: Two types of NiTi instruments with similar size 35, .04 taper and 25 mm length with triangular cross-section were selected: BT-Race and HyFlex CM. Totally thirty-six files were tested in a stainless steel block with a 1,5 mm-wide simulated canal with a curvature of 45° and a radius of 5 mm. The time to fracture was recorded in seconds for each instrument and the number of cycles to failure was calculated. Data were analyzed with t-test and $p < 0,05$ was considered to be statistically significant.

Results: The number of cycles to failure for HyFlex CM (532.36 ± 76.60) was significantly higher than BT-Race (294.72 ± 66.17) ($p = 0.0001$).

Conclusions: The results showed that the HyFlex CM instrument, which is made of special 'controlled memory' alloy, had higher cyclic fatigue resistance than electropolished BT-Race instrument.

Key words: HyFlex CM, BT-Race, cyclic fatigue resistance, electropolishing.

GİRİŞ

Günümüzde, kök kanallarının şekillendirilmesinde paslanmaz çelik aletlere göre kesme etkinliği ve esnekliği daha fazla olan nikel-titanyum (NiTi) döner alet sistemler sıklıkla kullanılmaktadır.^{1,2} NiTi döner alet sistemler kullanıldığında,

daha fazla diş dokusunun korunduğu, kök kanal anatomisine uygun bir şekillendirmenin daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilebildiği pek çok çalışma ile bildirilmiştir.³⁻⁷ Ancak tüm bu gelişmiş özelliklerine rağmen, NiTi döner alet sistemlerinin en büyük dezavantajı, ege üzerinde gözle görülür bir deformasyon olmaksızın gerçekleşen alet kırıklarıdır.^{8,9} NiTi döner aletlerde kırılmanın sebebi olarak, dönme ve burkulma yorgunluğu gösterilmektedir.⁹⁻¹¹ Kök kanal şekillendirilmesi esnasında döner aletin ucu veya bir kısmı kanal içinde sıkışıp, aletin sapı dönmeye devam ettiğinde, burkulma yorgunluğu sonucu alet kırıkları oluşmaktadır.¹² Özellikle eğimli kanallarda, aletler uzun süre gerilme ve sıkışmaya maruz kaldığı için, süre ile doğru orantılı olarak artan, dönme ve bükülme yorgunluğu oluşmaktadır. Alet kırıklarının %44,3'ünün dönme yorgunluğu sebebiyle meydana geldiği bildirilmiştir.⁹

NiTi döner aletlerin boyutu ve kesit dizaynının kırılma direnci üzerine etkisi olduğu bilinmekle beraber,^{13,14} son yıllarda NiTi döner aletlerin kırılma dayanımının artırılması için üretim aşamasında yüzey düzeltme işlemleri ve termo-mekanik işlemler uygulanmaktadır. NiTi döner aletler, geleneksel olarak bir telin tornalanması ile üretilmekte ancak bu işlem esnasında telin yüzeyinde düzensizlikler, çatlaklar, deformasyon ve stresler oluşmaktadır. Üretim aşamasında metalin yüzeyine uygulanan 'electropolishing' (EP) bir elektro-kimyasal cilalama işlemi olup, düzensizlik, çatlak ve stresi ortadan kaldırarak aletin kırılma direncini artırmaktadır.^{11,13-16} Race, BioRace ve BT-Race (FKG Dentaire SA, La Chaux de Fonds, Switzerland), geleneksel NiTi alaşımından üretilen ve EP ile yüzey düzeltme işlemi uygulanmış döner alet sistemleridir. Son yıllarda, geleneksel NiTi alaşımına uygulanan termo-mekanik işlemler ile M-Wire (Dentsply, Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) teli ve farklı kristal faza sahip (R-faz) NiTi alaşımı geliştirilmiştir. ProFile Vortex ve GTX (Dentsply, Tulsa Dental Specialties), süperelastik özelliği artan M-Wire kullanılarak üretilen sistemlere örnektir. Termo-mekanik işlemlere en yeni örnek ise, 'controlled memory' (CM) olarak adlandırılan teknolojidir. Bu yöntem ile geleneksel NiTi kullanılarak üretilen aletler özel bir ısı işleminden geçirilmektedir.¹⁷ CM ile üretilen HyFlex (HF; Coltene/Whaledent Inc, Cuyahoga Falls, OH) ve Typhoon (TYP; Clinician's Choise Dental Products, New Milford, CT) eğeler, geleneksel NiTi eğelerden farklı olarak şekil hafızasına sahip olmayıp, çok daha esnek aletlerdir.¹⁸ Literatürde, HyFlex CM döner alet sisteminin dönme yorgunluğu dayanımı pek çok sistem ile karşılaştırılmıştır.¹⁹⁻²² Ancak CM ve EP işlemi yapılmış eğelerin dönme yorgunluğunun değerlendirildiği çalışma sayısı yeterli değildir.²³ Çalışmamızın amacı, özel ısı işleminden geçerek üretilen HyFlex CM ve elektro-kimyasal yüzey işlemi yapılan BT-Race döner alet sistemlerinin dönme yorgunluğu dayanımlarının karşılaştırılarak

değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Yapılan güç analizi sonrasında güç değeri 0,80 alınarak yapılan örneklem genişliği analizinde her bir grupta alınması gereken örneklem sayısı 18 adet olarak bulunmuştur. Çalışmamızda, toplamda 36 adet döner alet kullanılmıştır. BT-Race ve HyFlex CM döner alet sistemlerinin kullanıldığı 2 deney grubunda da üçgen kesite sahip, ISO 35,04 ve 25 mm uzunluktaki eğeler kullanılmıştır. Bu çalışmada, direkt olarak EP ve CM ile üretilen aletlerin dönme yorgunluğu dayanımları değerlendirileceği için kontrol grubu oluşturulmamıştır. Eğeler daha önce kullanılmamış olup, deneyler tek bir endodonti uzmanı tarafından gerçekleştirilmiştir. Dönme yorgunluğu testi, Pruett ve ark. tarafından tarif edilen ve dönme yorgunluğu testi için dizayn edilmiş; 45° eğim açısı, 5 mm eğim yarıçapı ve 1,5 mm iç çapa sahip paslanmaz çelik yapay bir kanal düzeneğinde yapılmıştır.⁸ Üretici firmaların önerilerine uygun olarak, BT-Race 600 rpm hız ve 150 gcm tork, HyFlex CM 500 rpm hız ve 250 gcm tork ile bir endodontik motor (X-Smart Plus, Dentsply) yardımıyla kırılma gerçekleşene kadar kullanılmıştır. Yapay kanal ve endodontik motorun sabitlendiği deney düzeneğinde, ege kanal içinde dönmeye başladığı anda kronometre başlatılmış, kırılma gerçekleştirildiği anda durdurulmuş ve geçen süre saniye cinsinden kaydedilmiştir. Kırılma anındaki dönme sayısı (DS) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır;

$DS = \text{kırılma anına kadar geçen süre (sn)} \times \text{dönme hızı (rpm)} / 60$

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı kullanılmıştır. Ölçümlerin dağılımlarının normalitesi Shapiro-Wilks testi ile belirlenmiştir. Grupların karşılaştırmasında bağımsız t testi kullanılmıştır. Sonuçlar, anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Hyflex CM ve BT-Race gruplarına ait dönme sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Hyflex CM grubuna ait kırılma anındaki dönme sayısı ($532,36 \pm 76,60$), BT-Race grubundan ($294,72 \pm 66,17$) istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p = 0,0001$).

Tablo 1: HyFlex CM ve BT-Race gruplarına ait kırılma anındaki dönme sayılarının ortalama ve standart sapma değerleri

	HyFlex CM	BT-Race	p
Dönme Sayısı	532,36±76,60	294,72±66,17	0,0001

TARTIŞMA

Bu çalışmada, aynı kesit, büyüklük ve koniklik açısına sahip aletler kullanılmıştır. Böylece sadece EP ile yapılan yüzey işlemlerinin ve ısı işlemleri ile elde edilen CM teknolojisinin dönme yorgunluğu dayanımına etkisi değerlendirilmiştir.

Endodontik aletlerin şekillendirme ve temizleme etkinliklerinin değerlendirilmesinde doğal dişler kullanılmaktadır. Ancak doğal dişlerin kök kanallarının şekillendirmesi esnasında şeklinin ve eğiminin değişmesi, bir kez kullanılabilmesi ve deney koşullarının standardizasyonunun imkansız olması sebebiyle kırılma ve döngüsel yorgunluk dayanımları incelenirken sıklıkla cam veya paslanmaz çelikten üretilmiş yapay kanallar kullanılmaktadır.²⁴ Bu çalışmada da deneylerin standardizasyonu sağlamak amacıyla 45° eğim açısı, 5 mm eğim yarıçapı ve 1,5 mm iç çapa sahip paslanmaz çelik yapay bir kanal düzeneğinde yapılmıştır.⁸

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, HyFlex CM eğelerin kırılma anındaki dönme sayısı, BT-Race eğelerden yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, ısı işlem görmüş eğelerin yüksek dönme yorgunluğu dayanımına sahip olduğunu bildiren pek çok çalışma ile desteklenmektedir.²⁵⁻²⁸ Literatürde, HyFlex CM ve BT-Race'in dönme yorgunluğu ve kırılma dayanımlarının karşılaştırıldığı bir çalışma bulunmamakla beraber, BT-Race ile aynı şekilde EP yapılarak üretilen Race'in değerlendirildiği çalışmalar mevcuttur.^{23,29} Zhao ve ark. özel ısı işlem görmüş HyFlex CM eğelerinin dönme yorgunluğu dayanımlarının, EP ile yüzey düzeltme işlemi yapılan Race eğelerinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir.²³ EP işlemi sonrasında metal yüzeyindeki düzensizliklerin ve mikro çatlakların ortadan kaldırılması ile elde edilen pürüzsüz ve defektsiz yüzey sayesinde kırılma ve döngüsel yorgunluk dayanımının artacağı düşünülmektedir.³⁰ Lopes ve ark. EP işlemi uygulanan BioRace eğelerinin döngüsel yorgunluk dayanımlarının, işlem uygulanmayan eğelerden daha fazla olduğunu göstermiştir.³¹

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, HyFlex CM eğelerin kırılma anındaki dönme sayısı 532,36±76,60 olarak tespit edilmiştir. HyFlex CM döner alet sisteminin kırılma ve döngüsel yorgunluk dayanımlarının değerlendirildiği çalışmalarda,^{21,22} bu çalışmanın sonuçlarından daha yüksek değerlerin saptandığı görülmektedir. Pedulla ve ark.²¹ ile Topçuoğlu ve ark.²² çalışmalarında 25,06 büyüklüğündeki aletleri değerlendirmiş olup, çalışmalar arasındaki uyumsuzluğun, farklı boyutlarda alet kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Döner aletlerin boyutları arttıkça esneklikleri azalmakta ve buna bağlı olarak döngüsel yorgunluk ve kırılma dayanımları düşmektedir.³²

SONUÇ

Özel bir ısı işlem uygulanarak üretilen HyFlex CM eğelerin döngüsel yorgunluk dayanımları, EP ile yüzey düzeltme işlemi yapılan BT-Race eğelerden daha yüksektir.

KAYNAKLAR

1. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 2004;30:559-67.
2. Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. J Endod 2004; 30: 432-435.
3. Kum KY, Spångberg L, Cha BY, Il-Young J, Msd, Seung-Jong L, Chan-Young L. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. J Endod 2000; 26: 719-723.
4. Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. Int Endod J 2000; 33: 297-310.
5. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J 2004; 37: 239-248.
6. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means Endodontic Topics 2005; 10: 30-76.
7. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. Int Endod J 2006; 39: 203-212.
8. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic systems. J Endod 1997; 23: 77-85.
9. Sattapan B, Nervo G, Palamara J, Messer H. Defects in nickel titanium endodontic rotary files after clinical usage. J Endod 2000; 26: 161-165.
10. Yared G. In vitro study of the torsional properties of new and used ProFile nickel titanium rotary files. J Endod 2004; 30: 410-412.
11. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. J Endod 2006; 32: 1031-1043.
12. Martín B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magán F, Ahn S, Rodríguez C. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. Int Endod J 2003; 36: 262-266.
13. Turpin YL, Chagneau F, Vulcain JM. Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. J Endod 2000; 26: 414-417.
14. Tripi TR, Bonaccorso A, Condorelli GG. Cyclic fatigue of different nickel-titanium endodontic rotary instruments. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod

2006; 102: 106-114.

15. Anderson ME, Price JW, Parashos P. Fracture resistance of electropolished rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 2007; 33: 1212-1216.

16. Bui TB, Mitchell JC, Baumgartner JC. Effect of electropolishing ProFile nickel-titanium rotary instruments on cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and cutting efficiency. *J Endod* 2008; 34: 190-193.

17. 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: 1566-1571.

18. Seago ST, Bergeron BE, Kirkpatrick TC, Roberts MD, Roberts HW, Himel VT, Sabey KA. Effect of repeated simulated clinical use and sterilization on the cutting efficiency and flexibility of Hyflex CM nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2015; 41: 725-728.

19. Capar ID, Ertas H, Arslan H. Comparison of cyclic fatigue resistance of nickel-titanium coronal flaring instruments. *J Endod* 2014; 40: 1182-1185.

20. Plotino G, Testarelli L, Al-Sudani D, Pongione G, Grande NM, Gambarini G. Fatigue resistance of rotary instruments manufactured using different nickel-titanium alloys: a comparative study. *Odontology* 2014; 102: 31-35.

21. Pedulla E, Lo Savio F, Boninelli S, Plotino G, Grande NM, Rapisarda E, La Rosa G. Influence of cyclic torsional preloading on cyclic fatigue resistance of nickel - titanium instruments. *Int Endod J* 2015; 48: 1043-1050.

22. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Akti A, Düzgün S. In Vitro Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of ProTaper Next, HyFlex CM, OneShape, and ProTaper Universal Instruments in a Canal with a Double Curvature. *J Endod* 2016; 42 :969-971.

23. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Effect of autoclave sterilization on the cyclic fatigue resistance of thermally treated Nickel-Titanium instruments. *Int Endod J* 2016; 49: 990-995.

24. 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.

25. Larsen CM, Watanabe I, Glickman GN, He J. Cyclic fatigue analysis of a new generation of nickel titanium rotary instruments. *J Endod* 2009; 35: 401-413.

26. Gambarini G, Plotino G, Grande NM, Al-Sudani D, De Luca M, Testarelli L. Mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J* 2011; 44: 337-341.

27. Plotino G, Costanzo A, Grande NM, Petrovic R, Testarelli L, Gambarini G. Experimental evaluation on the influence of autoclave sterilization on the cyclic fatigue of new nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2012; 38: 222-225.

28. Pongione G, Pompa G, Milana V, et al. Flexibility and resistance to cyclic fatigue of endodontic instruments made with different nickel-titanium alloys: a comparative test. *Ann Stomatol (Roma)* 2012; 3: 119-122.

29. Capar ID, Kaval ME, Ertas H, Sen BH. Comparison of the cyclic fatigue resistance of 5 different rotary pathfinding instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, and controlled memory wire. *J Endod* 2015; 41: 535-538.

30. Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure. *J Endod* 2001; 27: 516-520.

31. Lopes HP, Elias CN, Vieira VT, Moreira EJ, Marques RV, de Oliveira JC, Debelian G, Siqueira JF Jr. Effects of electropolishing surface treatment on the cyclic fatigue resistance of BioRace nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2010; 36: 1653-1657.

32. Campbell L, Shen Y, Zhou HM, Haapasalo M. Effect of fatigue on torsional failure of nickel-titanium controlled memory instruments. *J Endod* 2014; 40: 562-565.