

Sodyum Hipoklorite Maruz Kalan Nikel-Titanyum Eğelerin Döngüsel Yorgunluğuna Karşı Direnç Değişimi

Change In Resistance To Cyclic Fatigue Of Nickel-Titanium Files Exposed To Sodium Hypochlorite

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, CE belgesi olan ve olmayan iki nikel-titanyum (NiTi) döner eğenin ilk hali ile %5 sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonlarına 5 dakika maruz kalan eğelerin döngüsel yorgunluk dirençlerindeki değişimleri değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntemler: Bu çalışmada, 32 adet paketinden yeni çıkarılan CE belgesi olan ve olmayan 2 çeşit NiTi eğe (V3-M boyut 25.04 ve boyut 25.04 R-Shaper eğesi) kullanılmaktadır. Eğeler, CE belgesi olan ve olmayan şeklinde 16'şarlı gruplara ayrıldı. Bu gruplar da paketinden yeni çıkarılan eğe grubu ve steril etmek için 5 dakika %5 NaOCl'ye maruz bırakılmış eğe grubu olarak ikiye (n=8) ayrıldı. Eğelerin döngüsel yorulma direnci, özel olarak tasarlanmış bir test cihazında ölçüldü. Eğelerin döngüsel yorulma dirençlerini karşılaştırmak için SPSS 22.0 Paket Veri Programı (SPSS 22.0 Software Package Program, Inc., Chicago, IL, ABD) kullanıldı. Anlamlılık değeri $p<0,05$ olarak kabul edildi.

Bulgular: İki farklı eğe grubunun maruz kalmadan önceki ve sonraki döngüsel dayanımları karşılaştırıldığında, R-shaper eğesinde maruz bırakılmadan önceki ve sonraki değerler arasında anlamlı bir fark bulunmazken ($p=0,74$), V3-m tipi eğenin maruz bırakılmadan önceki ve sonraki değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p<0,05$).

Sonuç: CE belgesine sahip olan NiTi döner aletlerin döngüsel yorulma dirençleri, ilk hali ile %5 NaOCl'ye maruz bırakılan etkilenmemesine karşın CE belgesi olmayan eğelerin döngüsel dirençlerinde değişiklik göstermektedir. Bu nedenle CE belgeli NiTi eğelerinin kullanılmasının önem arz edeceği görüşüdeyiz.

Anahtar Kelimeler: Kanal Aleti, Döngüsel Yorgunluk, Sodyum Hipoklorit.

ABSTRACT

Objective: This study aimed to assess the alterations in cyclic fatigue resistance of two types of nickel-titanium (NiTi) rotary files, both with and without CE certification, in their initial condition and after being subjected to 5% sodium hypochlorite (NaOCl) solutions for a duration of 5 minutes.

Materials and Method: In this study, 32 new NiTi files of two types (V3-M size 25.04 and R-Shaper size 25.04), with and without a CE certificate, were used. The files were divided into groups of 16, with and without the CE certificate. These groups were further divided into two subgroups (n=8): new files and files exposed to 5% NaOCl for 5 minutes for sterilization. The cyclic fatigue resistance of the files was measured using a specially designed test device. The SPSS 22.0 Software Package (SPSS 22.0 Software Package Program, Inc., Chicago, IL, USA) was used to compare the cyclic fatigue resistance of the files. A significance level of $p<0.05$ was accepted.

Results: When comparing the cyclic fatigue resistance of two different file groups before and after exposure, there was no significant difference between the pre-exposure and post-exposure values for the R-shaper file ($p=0.74$). However, for the V3-m type file, no statistically significant difference was found between the pre-exposure and post-exposure values ($p<0.05$).

Conclusion: The cyclic fatigue resistance of NiTi rotary files with CE certification remained unaffected after exposure to 5% NaOCl, while the files without CE certification showed changes in their cyclic resistance. Therefore, we believe that the use of NiTi files with CE certification is of significant importance.

Key Words: Root canal Instruments, Cyclic Fatigue, Sodium Hypochlorite.

Emre BODRUMLU¹

ORCID: 0000-0001-7748-3264

Abdullah A.M. OBAİD¹

ORCID: 0000-0002-7998-0907

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD, Zonguldak, Türkiye

²Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Endodonti AD, Zonguldak, Türkiye



Geliş tarihi / Received: 04.07.2024

Kabul/ Accepted: 13.08.2024

İletişim Adresi/Corresponding Adress:

Emre BODRUMLU

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi,

Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD,

Zonguldak, Türkiye

E-mail: ebodrumlu@beun.edu.tr

Endodonti, çeşitli nedenlerle canlılığını kaybetmiş dişlerin kök kanal tedavisi yoluyla ağızda korunmasını amaçlayan bir bilim dalıdır. Kök kanal tedavisinin temel hedefi, kök kanallarındaki irritanları ortadan kaldırmak, kanalı temizleyip şekillendirdikten sonra sızdırmaz bir şekilde doldurarak tekrar kontaminasyonu engellemektir (1). Tedavi protokolünde, mekanik preparasyona ilave olarak, kök kanallarının dentin talaşlarından ve mikroorganizmalardan temizlenmesi ve aletlerin kanalda sorunsuz hareket edebilmesi amacıyla irrigasyon işlemi de bulunmaktadır (2).

Kök kanallarının hazırlanmasında paslanmaz çelik eğelerin kullanılmakla birlikte, günümüzde nikel titanyum (NiTi) döner eğeler de yaygın olarak tercih edilmeye başlanmıştır. Son yıllarda, metalurji teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde endodonti alanında kullanılan NİTİ eğelerin alaşım üretiminde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bu gelişmelerin başlıca hedeflerinden biri, endodontik eğelerin dayanıklılığını artırmaktır (2). NiTi döner eğelerinin, eğimli kanallarda sürekli rotasyon hareketi yaparken kırılma durumu "döngüsel yorgunluk" olarak adlandırılmıştır (2,3). Eğimli bir kanalda dönen eğe yüzeyine eşit oranlarda sıkışma ve gerilme kuvvetleri uygulanması sonucu döngüsel bir stres oluşmaktadır (4,5). Klinik uygulamalarda, döngüsel stres nedeniyle kırılan eğeler, tüm kırılmaların %44-91'ini oluşturmaktadır. Sürekli rotasyon yapan kırılmaya karşı dirençli olan NiTi döner eğeler, eğimli kök kanal konfigürasyonlarında kullanıldığında tedavinin başarısını büyük ölçüde artırmaktadır (6,7). NiTi eğelerin kırılması, kullanım sıklığı, tasarım, üretim yöntemi, çalışma hızı ve torku, kök kanalının eğim ve yarıçapı, kanal şekillendirme sırasında uygulanan baskı ve gerilmeler, sterilizasyon yöntemi ve hekimin kullanım biçimi gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (8). CE belgesi, Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki ticarete sıklıkla gördüğümüz bir uygunluk işaretidir. Ekonomik Alanı içinde serbest dolaşımı olan ürünlerde bulunan CE belgesi; ürünlerin tespit edilen güvenlik, sağlık ve çevre koruma koşullarına uygun olduğunu yetkililer tarafından denetlendiğini ve onaylandığını gösterir. Piyasada CE belgesi olan ve olmayan çok sayıda ürün vardır. Bu ürünlerin kırılma dirençleriyle ilgili bilgi eksikliği bulunmaktadır. Kök kanal tedavisinin mekanik hazırlık sürecinde kullanılan aletlerin, çapraz enfeksiyon riskini engellemek için sterilize edilmesi gerekmektedir (9). NiTi eğelerin iç yapısı ve fiziksel özellikleri üzerinde sterilizasyon prosedürlerinin etkisini inceleyen birçok araştırma yapılmıştır. NiTi enstrümanların korozyona maruz kalması, fiziksel özelliklerini etkileyerek eğe

kırılmalarına yol açabilir. Yapılan araştırmalarda; enstrümanların temizliği ve kök kanal preparasyonu sırasında kullanılan sodyum hipoklorit (NaOCl) irrigasyon solüsyonunun, eğelerin mekanik özelliklerini değiştirerek kırılmaya yatkınlıklarını artırdığı gözlemlenmiştir (5,10). Bu çalışmanın amacı, CE belgesi olan ve olmayan iki nikel titanyum (NiTi) döner eğenin ilk hali ile %5 sodyum hipoklorit (NaOCl) solüsyonlarına 5 dakika maruz kalan eğelerin döngüsel yorgunluk dirençlerindeki değişimleri değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, 32 adet paketinden yeni çıkarılan CE belgesi olan eğe (25.04 R-Shaper eğesi, Shenzhen Rogin Medical Co., Guangdong, Çin) ve CE belgesi olmayan eğe (V3-M boyut 25.04 eğesi, Foshan Behn Inst., Guangdong, Çin) kullanıldı. Eğeler, CE belgesi olan ve olmayan şeklinde 16'şarlı gruplara ayrıldı. Bu gruplar da paketinden yeni çıkarılan eğe grubu ve steril etmek için 5 dakika %5 NaOCl'ye maruz bırakılmış eğe grubu olarak ikiye (n=8) ayrıldı. Eğelerin döngüsel yorulma direnci, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Araştırma Laboratuvarında bulunan döngüsel eğe kırılma ölçüm cihazında ölçüldü. Her iki kanal eğesi, firma önerilerine uygun olarak 300 devir/dakika hızında ve 2.5 tork ile yapay paslanmaz çelik kanallarda kırılana kadar kullanıldı. Her bir eğenin kırılma noktasına ulaşma süresi, dijital bir kronometre kullanılarak saniye cinsinden ölçülüp kaydedildi. Eğelerin kırılma noktasına kadar yaptığı tur sayısı (KYTS) ise aşağıdaki formülle hesaplandı:

Kırılma noktasına kadar geçen tur sayısı = Dönme hızı (rpm) × Süre (sn) /60

Eğelerin kırık parçalarının uzunlukları dijital bir kumpas ile ölçülerek kaydedildi. Eğelerin döngüsel yorulma dirençlerini karşılaştırmak için SPSS 22.0 (SPSS 22.0 Software Package Program, Inc., Chicago, IL, ABD) kullanıldı. Anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak belirlendi.

BULGULAR

Tablo 1, eğelerin kırılma turu ve kırılma uzunluklarının ortalama değerlerini göstermektedir. İki farklı eğe grubunun maruz kalmadan önceki ve sonraki döngüsel dayanımları karşılaştırıldığında, R-shaper eğesinde maruz bırakılmadan önceki ve sonraki değerler arasında anlamlı bir fark bulunmazken (p=0.74), V3-m tipi eğenin maruz bırakılmadan önceki ve sonraki değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (p<0,05). R-shaper eğesi, V3-M eğesine

kıyasla, daha yüksek bir kırılma direncine sahip olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, CE belgesi olan eğenin her iki durumda da döngüsel yorgunluk direncinin fazla olduğu belirlenmiştir. ($p<0.05$).

sıkışma ve gerilme siklusuna uğramakta; bu da eğe kırılmalarına yol açmaktadır (19, 20). Eğeler üzerindeki sıkışma ve gerilme kuvvetleri, kanalın kurvatür yarıçapının uzunluğuna, kurvatürün ark boyutuna ve konumuna bağlı olarak değişmektedir (21).

Eğe Adı	V3-M (CE belgesiz)		R-shaper (CE belgeli)	
	Durum	İlk hali	NaOCl'ye maruz kalan	İlk hali
KYTS Ortalama \pmSD	756.88 \pm 167.906 ^a	871.88 \pm 112.502 ^a	1041.88 \pm 152.806 ^b	1083.13 \pm 308.405 ^b
Kırılma Uzunluğu\pmSD	5.35 \pm 0.24 ^A	5.38 \pm 0.56 ^A	5.81 \pm 0.40 ^A	5.79 \pm 0.79 ^A

Tablo1. İki farklı eğe tipinin kırılana kadarki tur sayıları ve kırılma uzunluk miktarları.

* Satırlardaki farklı karakterler, Gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir.

TARTIŞMA

Kök kanal tedavisinin başarısı, pulpa dokusu kalıntılarının ve mikroorganizmaların kök kanallarından tamamen uzaklaştırılması ve kanalların doğru şekilde şekillendirilmesi ile sağlanır; böylece diş uzun süre sağlıklı ve işlevsel kalmaktadır (11). Kök kanallarının hijyeni, kanal içi medikasyonların uygulanması ve irrigasyon destekli mekanik enstrümantasyon ile sağlanmaktadır (12). Kök kanallarını daha etkili ve pratik bir şekilde işleyebilmek için çeşitli mekanik aletler ve teknikler geliştirilmiştir. Kök kanalı hazırlığında kullanılan aletler ve teknikler, genellikle manuel ve döner eğeler olarak kategorize etmektedir. Döner eğeler, manuel göre işlemi daha hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirmektedir (13). Günümüzde endodontik enstrümanların çoğu ya paslanmaz çelik ya da nikel-titanyum alaşımdan yapılmaktadır. Eğimli kanallarda özellikle elastik sınırlar aşıldığında, paslanmaz çelik eğeler ve reamerlar genellikle gözle görülür şekilde açılır ve eğeler deforme olabilmektedir (14). Paslanmaz çelik eğelerin gereğince elastik olmaması, eğimli kanalların preparasyonu sırasında kök kanal sisteminin orijinal formunun bozulmasına, apikal transportasyona, basamak oluşumuna, zip oluşumuna ve apikale debris taşkınlığına gibi iatrojenik hatalara neden olabilmektedir (15,16). NiTi eğelerin paslanmaz çelik eğelerden daha elastik olması, iyatrojenik hataların azalmasına ve kök kanal hazırlığının daha hızlı gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (17). Kök kanallarında eğe kırılması, endodontik tedavi başarısını büyük ölçüde etkilemektedir. Eğe kırılmaları en fazla döngüsel yorgunlukla karşımıza çıkmaktadır (18). Kanalın kurvatür açısı ve kurvatür yarıçapı, döngüsel yorgunluğu etkileyen en önemli faktörlerdendir. Kök kanal eğeleri, eğimli kanallarda dönerken sürekli

Pruett ve ark.'nın (1997) çalışmasında, kurvatür yarıçapı arttıkça eğeler üzerindeki stres ve gerilmelerin arttığı ve bu nedenle eğelerin daha fazla döngüsel yorgunluğa maruz kaldığı belirtilmektedir (22). Döngüsel yorgunluk analizlerinde genellikle yapay metal tüpler tercih edilmektedir. Eğri kanallarda eğelerin kırılmasını taklit etmek için 60 derecelik yapay tüpler kullanılmaktadır. Çalışmamızda da 60 derecelik yapay tüplerden yararlanılmıştır. CE işareti olan ürünler, Avrupa Birliği'nin belirlemiş olduğu temel sağlık, güvenlik ve çevre koruma standartlarını yerine getirdiğini göstermektedir. Bu işaret, ürünün gerekli testlerden geçirildiğini ve uygunluk değerlendirme prosedürlerini tamamladığını, dolayısıyla güvenilir ve emniyetli olduğunu ifade etmektedir. Dental depolarda CE belgeli eğelerin piyasaya sürülmesinin yanı sıra, CE belgesiz ürünlerin de satışı bulunmaktadır. Bu çalışmada, klinikte NaOCl çözeltilerine maruz bırakılan CE belgeli ve CE belgesiz iki NiTi eğesinin döngüsel yorgunluk direncinin değerlendirmişti. NaOCl'nin NiTi alaşımları üzerindeki etkilerini inceleyen birçok araştırma bulunmaktadır. Uslu ve ark. (2018) (23), yapay paslanmaz çelik bir kanal kullanarak NiTi eğelerin döngüsel yorgunluk direncini araştırdıkları çalışmalarında, 5 dk NaOCl'ye maruz bırakılan WaveOne ve WaveOne Gold eğelerinin döngüsel yorgunluk düzeylerinde önemli bir değişimin olmadığını belirlemişlerdir. Pedullà ve ark. (24) ise, 5 dk NaOCl ye maruz bırakılan 3 kez otoklavlanma yapılan Twisted File ve Hyflex CM eğelerinin döngüsel yorgunluk seviyelerinin etkilenmediği görülmüştür. Bunun yanı sıra, Çeşitli çalışmalarda farklı sonuçlar bulunmaktadır. Berutti ve ark. (25) ise; ProTaper döner eğelerini 5 dakika %5 NaOCl çözeltisine maruz bırakarak, döngüsel yorgunluk kırılma direncinin olumsuz yönde etkilendiğini bulmuşlardır. Peters ve ark. (26), %5.25 lik NaOCl'ye

maruz bırakılan ProFile ve RaCe eğelerinin döngüsel yorgunluğa karşı azalmış direnç sergilediğini bulmaktadır. Çalışmamızda da NaOCl'ye maruz bırakılan CE belgeli ve belgesiz eğelerinin döngüsel yorgunluğa dirençlerinin yukarıda belirtilen çalışmalarla benzer olacak şekilde, olumsuz yönde etkilenmediği görülmüştür. Çalışma bulgularıyla ters düşen çalışmalarla farkının, farklı ege markalarının olmasından kaynaklandığı görüşüdeyiz. Çalışmamızda, CE belgeli eğelerin CE belgesiz eğelere göre, daha iyi kırılma dayanımı sergilediği gözlemlendiği için, CE belgeli NiTi eğelerinin kullanımının önemli olduğu sonucuna varmaktayız. Yapılan taramalarda, CE belgeli ve CE belgesiz eğelerin karşılaştırıldığı herhangi bir araştırma bulunmadığından, karşılaştırma yapılamamıştır.

SONUÇ

CE belgesine sahip olan NiTi döner aletlerin kırılma dayanımı, ilk haliyle ve %5 NaOCl'ye maruz bırakıldığında kırılma dirençlerinde değişiklik görülmemesinin yanısıra, CE belgesi olmayan eğelerin kırılma uzunlukları değişmemektedir. Ancak eğelerin, kırılma dayanımları olumsuz etkilenmektedir. Bu nedenle, CE belgeli NiTi eğelerinin kullanılması, eğelerin kırılma insidansını azaltacağı görüşüdeyiz.

KAYNAKLAR

1. Jitumori RT, Rodrigues RC, Reis A, Gomes JC, Gomes GM. Effect of dentin moisture on the adhesive properties of luting fiber posts using adhesive strategies. *Braz Oral Res.* 2023;37:e42.
2. Han-Hsing Lin J, Karabucak B, Lee SM. Effect of sodium hypochlorite on conventional and heat-treated nickel-titanium endodontic rotary instruments - An in vitro study. *J Dent Sci.* 2021;16(2):738-43.
3. Martins JNR, Silva E, Marques D, Braz Fernandes FM, Versiani MA. Comprehensive Assessment of Cyclic Fatigue Strength in Five Multiple-File Nickel-Titanium Endodontic Systems. *Materials (Basel).* 2024;17(10):2345.
4. Madarati AA. Factors influencing incidents of complications while using nickel-titanium rotary instruments for root canal treatment. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):241.

5. 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.

6. Chan WS, Gulati K, Peters OA. Advancing Nitinol: From heat treatment to surface functionalization for nickel-titanium (NiTi) instruments in endodontics. *Bioact Mater.* 2023;22:91-111.

7. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J.* 2018;51(10):1088-103.

8. 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(4):535-8.

9. Zanza A, D'Angelo M, Reda R, Gambarini G, Testarelli L, Di Nardo D. An Update on Nickel-Titanium Rotary Instruments in Endodontics: Mechanical Characteristics, Testing and Future Perspective-An Overview. *Bioengineering (Basel).* 2021;8(12).

10. Braga LC, Faria Silva AC, Bueno VT, de Azevedo Bahia MG. Impact of heat treatments on the fatigue resistance of different rotary nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2014;40(9):1494-7.

11. Abdel-Baset ST, Fahmy SH, Obeid MF. Can instrumentation kinematics affect postoperative pain and substance P levels? A randomized controlled trial. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):102.

12. Patil R, Singh SV, Mandlik JS, Jadhav A, Handa A, Jadhav A. Evaluating the Efficacy of Certain Intermediate Irrigants in Preventing Precipitate Formed Due to Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Within the Root Canal System: An In Vitro Study. *Cureus.* 2023;15(6):e39871.

13. D'Amario M, Baldi M, Petricca R, De Angelis F, El Abed R, D'Arcangelo C. Evaluation of a new nickel-titanium system to create the glide path in root canal preparation of curved canals. *J Endod.* 2013;39(12):1581-4.

14. Gutmann J, Lovdahl PE. Problem solving in endodontics: Prevention, identification, and management: Fifth edition. *Problem Solving in Endodontics: Prevention, Identification, and Management: Fifth Edition.* 2010:1-478.

- 15.** Avcı M, Şermet Elbay Ü, Kaşıkçı S. Effects of different irrigation activation methods on root canal treatment of primary teeth. *J Clin Pediatr Dent.* 2024;48(3):156-65.
- 16.** Kaşıkçı S, Türker SA, Güven B. Effect of different retreatment files using different kinematics on the release of inflammatory mediators in root canal retreatment of single-rooted teeth: a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2023;27(6):3189-96.
- 17.** Langaliya A, Dhull KS, Gupta B, Saleem Agwan MA, Gupta S, Macha Y, Makkad RS. Effect of NaOCl on cyclic fatigue resistance. *Bioinformation.* 2023;19(13):1348-52.
- 18.** Hamid T, Malik A, Kumar A, Anjum S. Comparative evaluation of cyclic fatigue resistance of thermomechanically treated NiTi rotary instruments in simulated curved canals with two different radii of curvature: An in vitro Study. *J Conserv Dent Endod.* 2024;27(4):393-9.
- 19.** Ferreira F, Adeodato C, Barbosa I, Aboud L, Scelza P, Zaccaro Scelza M. Movement kinematics and cyclic fatigue of NiTi rotary instruments: a systematic review. *Int Endod J.* 2017;50(2):143-52.
- 20.** Liu W, Wu B. Root Canal Surface Strain and Canal Center Transportation Induced by 3 Different Nickel-Titanium Rotary Instrument Systems. *J Endod.* 2016;42(2):299-303.
- 21.** Rodrigues RC, Lopes HP, Elias CN, Amaral G, Vieira VT, De Martin AS. Influence of different manufacturing methods on the cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 2011;37(11):1553-7.
- 22.** Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL, Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997;23(2):77-85.
- 23.** Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Plotino G. Effect of dynamic immersion in sodium hypochlorite and EDTA solutions on cyclic fatigue resistance of WaveOne and WaveOne Gold reciprocating nickel-titanium files. *J Endod.* 2018;44(5):834-7.
- 24.** Pedullà E, Benites A, La Rosa GM, Plotino G, Grande NM, Rapisarda E, Generali L. Cyclic fatigue resistance of heat-treated nickel-titanium instruments after immersion in sodium hypochlorite and/or sterilization. *J Endod.* 2018;44(4):648-53.
- 25.** Berutti E, Angelini E, Rigolone M, Migliaretti G, Pasqualini D. Influence of sodium hypochlorite on fracture properties and corrosion of ProTaper Rotary instruments. *Int Endod J.* 2006;39(9):693-9.
- 26.** Peters O, Roehlike J, Baumann M. Effect of Immersion in Sodium Hypochlorite on Torque and Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Instruments. *J Endod.* 2007;33:589-93.