

ÖZGÜN ARAŞTIRMA

Farklı sonik aktivasyon tekniklerinin sodyum hipoklorit yıkama solüsyonunun organik doku çözme kapasitesi üzerindeki etkisi: EndoActivator / Eddy

Effect of two different sonic activation techniques on organic tissue dissolution efficacy of sodium hypochlorite irrigation solution: EndoActivator / Eddy

Dt. Orkun Uslu

İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
İstanbul

Orcid ID: 0000-0001-9763-7814

Dt. Gülsüm Kutlu Basmacı

İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
İstanbul

Orcid ID: 0000-0001-9394-0699

Dr. Öğr. Üyesi Güher Barut

Yeditepe Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti A.D., İstanbul

Orcid ID: 0000-0003-1658-2976

Prof. Dr. Faruk Haznedaroğlu

İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü,
İstanbul

Orcid ID: 0000-0001-9394-0699

Geliş tarihi: 9 Kasım 2021

Kabul tarihi: 9 Ocak 2022

doi: 10.5505/yeditepe.2022.57805

Yazışma adresi:

Orkun Uslu
İstanbul Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi,
Endodonti AD,
Prof. Dr. Cavit Orhan Tütengil Sokak. No:4
Fatih/İSTANBUL

Tel: +90 537 698 46 96

E-posta: usluorkun@hotmail.com

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, iki farklı sonik aktivasyon sisteminin sodyum hipokloritin organik doku çözme kapasitesi üzerindeki etkinliğini karşılaştırmak ve değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Sodyum hipokloritin doku çözme etkinliğinin değerlendirilebilmesi için sığır kas dokusu örnekleri kullanıldı. Her bir doku örneğinin ağırlığı 50 ± 2 mg olarak standardize edildi. Toplamda 25 adet doku örneği kullanıldı. Çalışmadaki doku örnekleri üzerine uygulanan %5.25'lik NaOCl' nin aktivasyon yöntemine göre 2 grup oluşturuldu. Grup 1'de EndoActivator (n=10) (Dentsply-Maillefer, Baillagues, İsviçre); Grup 2'de Eddy sistemi (n=10) (VDW GmbH, Münih, Almanya) kullanıldı. Aktivasyon yöntemi kullanılmayan %5.25 NaOCl ise kontrol grubu (n=5) olarak kullanıldı. Her bir doku örneği işlem sonrası tartılarak değerler kayıt edildi. Çalışmada elde edilen veriler post hoc Tukey ve post hoc Tamhane testleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Bulgular: Grup 1 ve Grup 2' de organik doku çözme değerlerinin, kontrol grubunun organik doku çözme değerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Eddy grubunun organik doku çözme değeri, EndoActivator grubundan fazla olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç: Bu çalışmanın limitleri dahilinde sonik aktivasyon tekniklerinin kullanımı, sodyum hipokloritin doku çözme etkinliğini arttırmıştır.

Anahtar kelimeler: Doku çözme, EndoActivator, Eddy, sodyum hipoklorit, sonik

SUMMARY

Aim: The aim of this study to compare and evaluate the effect of two different sonic activation systems on the organic tissue dissolution efficacy of sodium hypochlorite.

Materials and Method: Bovine muscle tissue samples were used to evaluate the tissue dissolution efficiency of sodium hypochlorite. The weight of each tissue sample was standardized as 50 ± 2 mg. A total of 25 tissue samples were used. Two groups were designed according to the activation method of 5.25% NaOCl applied on the tissue samples in the study. In Group 1, EndoActivator (n=10) (Dentsply-Maillefer, Baillagues, Switzerland); in Group 2, Eddy system (n=10) (VDW GmbH, Munich, Germany) was used. 5.25% NaOCl without activation method was used as the control group (n=5). Each tissue sample was weighed after the procedure and the values were recorded. The data obtained in the study were evaluated using post hoc Tukey and post hoc Tamhane tests.

Results: It is seen that the organic tissue dissolution values of Group 1 and Group 2 are statistically significantly higher than the organic tissue dissolution value of the control group

($p=0.00$). Although the organic tissue dissolution value of the Eddy group was higher than the EndoActivator group, there was no statistically significant difference between the groups ($p>0.05$).

Conclusion: Within the limits of this study, the use of sonic activation techniques increased the tissue dissolving efficiency of sodium hypochlorite.

Keywords: EndoActivator, Eddy, sodium hypochlorite, sonic, tissue dissolving

GİRİŞ

Apikal periodontitis, periradiküler dokularda iltihaplanma ve yıkım gözlenen, endodontik kökenli etiyolojik faktörlerin neden olduğu bir hastalıktır.¹ Endodontik tedavinin en önemli hedeflerinden birisi, apikal periodontitisi tedavi etmektir.² Apikal periodontitisin ana etiyolojik faktörü kök kanal sisteminin enfeksiyonudur.³ Başarılı bir endodontik tedavi için kök kanallarındaki mikroorganizmaların uzaklaştırılması gerekmektedir.^{2,3} Bu da, kimyasal yıkama ile desteklenen mekanik enstrümantasyon kullanılarak gerçekleştirilebilir.⁴ Kök kanal sisteminin kemomekanik preperasyonu, sahip olduğu karmaşık anatomisi nedeniyle endodontik tedavide klinisyenler için temel zorluklardan birini oluşturmaktadır.⁵⁻⁷ Endodontik tedavide, kök kanalı sisteminde bulunan pulpa, pulpa artıkları, bakterileri ve toksinlerinin tamamının uzaklaştırılmadığı, yaygın olarak kabul gören bir gerçektir.^{6,8}

Sodyum hipoklorit, antimikrobiyal etkisi ve organik doku çözme özelliği nedeniyle en sık kullanılan endodontik yıkama solüsyonudur.^{4,9,10} Kök kanal sisteminin sahip olduğu karmaşık anatomisi nedeniyle tümüyle temizlenememesi, çalışmacıların ilgisini sodyum hipokloritin konsantrasyonu ve diffüzyon derinliğine çekmiştir.^{11,12}

Sodyum hipokloritin konsantrasyon artışına bağlı olarak toksisitesi de artmaktadır; bu nedenle solüsyonun etkinliğinde artış sağlayabilecek alternatif etkenler araştırılmıştır. Bu amaçla araştırılan yaklaşımlardan birisi, düşük konsantrasyonlu sodyum hipoklorit solüsyonlarının sıcaklığının artırılması olmuştur.¹³ Sodyum hipokloritin kök kanal sistemine ulaştırılması ise geleneksel olarak bir iğne yardımıyla sağlanmaktadır. Ancak geleneksel yıkama iğnesi kullanılarak yapılan çalışmalarda, yıkama solüsyonunun iğnenin ucundan 1-1.5 mm kadar uzağa ulaşabildiği gösterilmiştir.^{14,15} Bu nedenle kök kanalı sistemindeki organik dokuların daha etkin bir şekilde uzaklaştırılabilmesi için, aktivasyon teknikleri gibi yıkama solüsyonlarının etkinliğini arttırabilen yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.^{7,16}

Endodontide yıkama solüsyonlarının etkinliklerini arttırmak amacıyla, sonik ve ultrasonik cihazlardan oluşan aktivasyon sistemleri geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.¹⁷ Bu amaçla geliştirilmiş EndoActivator (Dentsply

Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), hidrodinamik dezenfeksiyon yapan bir sonik aktivasyon sistemidir. Kesici olmayan polimer uçları sayesinde, kök kanallarında transportasyon, basamak oluşumu gibi komplikasyonlar oluşturmadan güvenli bir aktivasyon sağlamaktadır.^{18,19} Bir diğer sonik aktivasyon sistemi olan Eddy (VDW, Munich, Germany), 5000-6000 Hz frekans aralığında kavitasyon ve akustik akım oluşturarak aktivasyon sağlamaktadır.²⁰ Poliamidten üretilmiş uçları kesici değildir.^{20,21} Pasif ultrasonik irrigasyonda ise uçların kök kanalı duvarları ile teması kontrolsüz dentin dokusu uzaklaştırılmasına yol açabilmektedir.^{22,23} Bu nedenle kesici olmayan uçlara sahip sonik aktivasyon sistemlerinin kök kanallarındaki etkinliği çalışmacıların ilgisini çekmektedir.

Bu in-vitro çalışmanın amacı, iki farklı sonik aktivasyon sisteminin sodyum hipokloritin organik doku çözme kapasitesi üzerindeki etkinliğini karşılaştırmak ve değerlendirmektir. Test edilen boş hipotez, iki farklı sonik aktivasyon sisteminin, sodyum hipoklorit solüsyonunun organik doku çözme etkinliği üzerindeki etkileri arasında bir fark olmadığıdır.

GEREÇ YÖNTEM

Doku Hazırlığı

Bu çalışmada sodyum hipokloritin doku çözme etkinliğinin değerlendirilebilmesi için sığır kas dokusu örnekleri kullanıldı. Sığır kas dokuları -150C' de donmuş halde muhafaza edildi. Dondurulmuş dokular standartlaştırılmış ağırlığa sahip olacak şekilde cerrahi bisturi kullanılarak kesildi. Her bir kas dokusu örneği yıkama solüsyonlarına alınmadan önce bir hassas terazi kullanılarak (Tem Sf718) tartıldı. Her bir doku örneğinin ağırlığı 50 ± 2 mg olarak standardize edildi. Toplamda 25 adet doku örneği kullanıldı.

Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Standart hale getirilmiş sığır kas dokusu örnekleri (50 ± 2 mg), %5.25 konsantrasyona sahip 10 mL NaOCl (Chloraxid, Cherkamed, Poland) solüsyonuna 5 dakika boyunca daldırıldı. Solüsyon üretici firmanın önerisi doğrultusunda 40C' de muhafaza edildi, testlerde kullanılmadan önce oda sıcaklığına getirildi.

Çalışmadaki doku örnekleri üzerine uygulanan %5.25'lik NaOCl' nin aktivasyon yöntemine göre 2 grup oluşturuldu. Grup 1'de EndoActivator ($n=10$) (Dentsply-Maillefer, Baillagues, İsviçre); Grup 2'de Eddy sistemi ($n=10$) (VDW GmbH, Münih, Almanya) kullanıldı. Aktivasyon yöntemi kullanılmayan %5.25 NaOCl ise kontrol grubu ($n=5$) olarak kullanıldı. Grup 1 ve Grup 2'de, aktivasyon tekniği her bir dakikada 15 saniye boyunca 5 kez uygulanarak NaOCl aktivasyonu gerçekleştirildi. Her bir doku örneği işlem sonrası tartılarak değerler kayıt edildi.

Çalışmada elde edilen veriler post hoc Tukey ve post hoc

Tamhane testleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunlukları Shapiro-Wilk testi kullanılarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Sonik aktivasyon tekniklerinin kullanımından sonra, doku ağırlıklarında görülen değişimler Tablo 1' de gösterilmektedir. Grup 1 ve Grup 2' de organik doku çözme değerlerinin, kontrol grubunun organik doku çözme değerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla olduğu görülmektedir ($p=0,00$). Eddy grubunun organik doku çözme değeri, EndoActivator grubundan fazla olmasına rağmen gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 1. Doku ağırlıklarında görülen değişimlerin gruplar arası karşılaştırmada ortalama, standart sapma ve p değerleri

Aktivasyon Yöntemleri	Ortalama	Standart Sapma	p
Grup 1 (EndoActivator) / Grup 2 (Eddy)	,45500	,50805	,644
Grup 1 (EndoActivator) / Kontrol Grubu	-2,48750*	,50805	,000
Grup 2 (Eddy) / Kontrol Grubu	-2,94250*	,50805	,000

TARTIŞMA

Bu in-vitro çalışmanın amacı, iki farklı sonik aktivasyon sisteminin sodyum hipoklorit solüsyonunun organik doku çözme etkinliği üzerindeki etkisini karşılaştırmak ve değerlendirmektir. Çalışmanın sonuçlarında, yıkama protokolünde aktivasyon sistemleri kullanımının sodyum hipokloritin organik doku çözme miktarını istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı; ancak Eddy ve EndoActivator sistemleri kullanımının benzer doku çözme etkinlikleri gösterdiği görülmektedir. Çalışmamızın sonuçlarında, aktivasyon grupları arasında fark bulunmadığı göz önüne alınarak başlangıçta verilen boş hipotez kabul edilmektedir.

Sodyum hipoklorit solüsyonunun organik doku çözme etkinliğini araştıran pek çok çalışma yapılmıştır.²⁴⁻²⁷ Bu çalışmada, sodyum hipokloritin farklı aktivasyon teknikleri kullanılarak organik doku çözme etkinliği değerlendirilmiştir. Sodyum hipokloritin organik doku çözme etkinliğini değerlendiren çalışmalarda; sığır kas dokusu,^{28,29} sığır bağ dokusu,³⁰ domuz kas dokusu²⁴ gibi farklı dokular kullanılmıştır. Bu çalışmada, 8-10 mm uzunluğa, 1-2 mm kalınlığa ve standartlaştırılmış ağırlığa (50 ± 2 mg) sahip sığır kas dokusu örnekleri kullanılmıştır. Çalışmalar, sodyum hipokloritin organik dokuları çözmesi esnasında oluşan kabarcıklar nedeniyle, doku çözünmesinin tamamlandığı zamanı belirlemenin zor olduğunu bildirmiştir.²⁵ Bu zorluk nedeniyle çalışmada doku örneklerine, sodyum hipoklorit solüsyonlarında 5 dakikalık sabit bir zaman boyunca dakikada 15 saniyelik sürelerden oluşan aktivasyon işlemi 5 kez uygulanmıştır.

Sodyum hipokloritin mekanik olarak aktive edilmesiyle,

organik doku çözme etkinliği arttırılabilmektedir.^{12,21,31} Literatüre bakıldığında sonik aktivasyon tekniklerinin sodyum hipokloritin doku çözme etkinliği üzerindeki etkisinin gösterildiği pek çok çalışma bulunmaktadır.^{12,16-18,20,21,25,32-35}

Ancak EndoActivator ve Eddy sonik aktivasyon cihazlarının karşılaştırıldığı az sayıda çalışma mevcuttur.^{21,35} Bu çalışmada iki farklı sonik aktivasyon sisteminin (EndoActivator ve Eddy) sodyum hipokloritin organik doku çözme etkinliği üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Sonik aktivasyon teknikleri düşük frekanslarda (1000-6000 Hz) çalışmaktadır.¹⁷ EndoActivator sistemi (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), kanal içerisinde akustik akım ve kavitasyon oluşturarak hidrodinamik dezenfeksiyon sağlayan ve 166-300 Hz frekans aralığında çalışan sonik bir aktivasyon tekniğidir.^{12,18} Ayrıca polimer uçlar sayesinde aktivasyon esnasında uç kırılmalarının azaldığı iddia edilmektedir.¹⁷ Elnaghy ve ark.³⁴ EndoActivator ve eğe aktivasyonu (ajitasyonu) tekniklerinin debris ve smear tabakası uzaklaştırmadaki etkinliklerini değerlendirdikleri çalışmada, EndoActivator kullanılan grupta, daha düşük debris ve smear tabakası skoru elde etmişlerdir.

Eddy (VDW GmbH, Munich, Germany) ise 5000-6000 Hz frekans aralığında çalışan bir sonik aktivasyon tekniğidir.^{16,20} Yapay kök kanallarında kanal düzensizliklerinden debris uzaklaştırılmasında farklı sonik ve ultrasonik ajitasyon tekniklerinin etkinliklerinin değerlendirildiği çalışmada, Eddy diğer gruplardan istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla debris uzaklaştırmıştır.¹²

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, NaOCl' nin Eddy kullanılarak aktive edilmesiyle daha fazla doku çözerek, organik doku kütesinde daha fazla azalma gözlenmesine rağmen, EndoActivator grubuyla arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuçlara benzer olarak, Avcı ve ark.³⁵ 3 farklı sonik aktivasyon sisteminin kök kanallarından debris uzaklaştırma etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada, EndoActivator ve Eddy grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış; her iki grup da geleneksel yıkama grubundan anlamlı derecede yüksek değerler göstermiştir. Conde ve ark.²¹ yaptıkları çalışmada, Eddy ve EndoActivator gruplarının organik doku çözme etkinliği, aktivasyon tekniği kullanılmayan gruptan daha yüksek bulunurken, aktivasyon teknikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda, iki sonik aktivasyon sisteminin kullanımıyla kütle değişimi ve buna bağlı olarak doku çözme etkinliği arasında pozitif bir korelasyon gözlenmiştir. EndoActivator ve Eddy sonik aktivasyon sistemi gruplarının organik doku çözme etkinlikleri, aktivasyon tekniği kullanılmayan gruptan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

SONUÇ

Bu çalışmanın limitleri dahilinde sonik aktivasyon tekniklerinin kullanımı, sodyum hipokloritin doku çözme etkinliğini arttırmıştır. Farklı konsantrasyon, sıcaklık ve aktivasyon tekniklerinin kullanılacağı ileri çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Nair PN. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004;15:348-381.
2. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J* 2007;52:S52-63.
3. Siqueira, JF, Rôças IN. Microbiology of Apical Periodontitis. *Essential Endod* 2019; 91-142.
4. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Di Giorgio G, Testarelli L, Gambarini G. New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. *Braz Dent J* 2016;27:3-8.
5. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 2004;30:559-567.
6. Munoz HR, Camacho-Cuadra K. In vivo efficacy of three different endodontic irrigation systems for irrigant delivery to working length of mesial canals of mandibular molars. *J Endod* 2012;38:445-448.
7. Nagendrababu V, Jayaraman J, Suresh A, Kalyanasundaram S, Neelakantan P. Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Investig* 2018;22:655-670.
8. Adcock JM, Sidow SJ, Looney SW, Liu Y, McNally K, Lindsey K, Tay FR. Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. *J Endod* 2011;37:544-548.
9. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006;32:389-398.
10. Pascon FM, Kantovitz KR, Sacramento PA, Nobre-dos-Santos M, Puppini-Rontani RM. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. *J Dent* 2009;37:903-908.
11. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2005;31:166-170.
12. Plotino, G., Grande, N. M., Mercade, M., Cortese, T., Staffoli, S., Gambarini, G., & Testarelli, L. Efficacy of sonic and ultrasonic irrigation devices in the removal of debris from canal irregularities in artificial root canals. *J App Oral Sci* 2019;27.
13. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod* 2005;31:669-671.
14. Boutsoukias C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a Computational Fluid Dynamics study. *Int Endod J* 2009;42:144-155.
15. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod* 2010;36:745-750.
16. Eggmann F, Vokac Y, Eick S, Neuhaus KW. Sonic irrigant activation for root canal disinfection: power modes matter! *BMC Oral Health* 2020;20:102.
17. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* 2009;35:791-804.
18. Ruddle CJ. Hydrodynamic disinfection: tsunami endodontics. *Dent Today* 2007;26:114-117.
19. Guneseer MB, Arslan D, Usumez A. Tissue dissolution ability of sodium hypochlorite activated by photon-initiated photoacoustic streaming technique. *J Endod* 2015;41:729-732.
20. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig* 2017;21:2681-2687.
21. Conde AJ, Estevez R, Loroño G, Valencia de Pablo Ó, Rossi-Fedele G, Cisneros R. Effect of sonic and ultrasonic activation on organic tissue dissolution from simulated grooves in root canals using sodium hypochlorite and EDTA. *Int Endod J* 2017;50:976-982.
22. Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M. Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod* 2009;35:1408-1411.
23. Boutsoukias C, Verhaagen B, Walmsley AD, Versluis M, van der Sluis LW. Measurement and visualization of file-to-wall contact during ultrasonically activated irrigation in simulated canals. *Int Endod J* 2013;46:1046-1055.
24. Christensen CE, McNeal SF, Eleazer P. Effect of lowering the pH of sodium hypochlorite on dissolving tissue in vitro. *J Endod* 2008;34:449-452.
25. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod* 2010;36:1558-1562.
26. Ertugrul IF, Maden M, Orhan EO, Ozkorucuklu SP, Aglarca AV. Rapid tissue dissolution efficiency of electrically-activated sodium hypochlorite on bovine muscle. *Eur J Dent* 2014;8:464-468.
27. Haapasalo M, Wang Z, Shen Y, Curtis A, Patel P, Khakpour M. Tissue dissolution by a novel multisonic ultracleaning system and sodium hypochlorite. *J Endod* 2014;40:1178-1181.
28. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root

canal cleanliness. *Int Endod J* 1997;30:335-342.

29. Dutta A, Saunders WP. Comparative evaluation of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite on soft-tissue dissolution. *J Endod* 2012;38:1395-1398.

30. Hand RE, Smith ML, Harrison JW. Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod* 1978;4:60-64.

31. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod* 2009;35:891-895.

32. Barnett F, Godick R, Tronstad L. Clinical suitability of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:77-81.

32. Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 1999;25:735-738.

33. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 2003;29:674-678.

34. Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontol* 2017;105:178-183.

35. Avci E, Karataslioglu E, Bekir Oguz A. Comparison of three different sonic activation systems in removing debris and calcium hydroxide from artificial standardized grooves in root canals. *EÜ Dişhek Fak Derg* 2019;40:51-58.