



PASİF ULTRASONİK İRRİGASYON TEKNİĞİNİN MANDİBULAR PREMOLAR DİŞLERİN VERTİKAL KIRIK DİRENCİNE ETKİSİ*

THE EFFECT OF PASSIVE ULTRASONIC IRRIGATION TECHNIQUE ON THE VERTICAL FRACTURE RESISTANCE OF MANDIBULAR PREMOLARS*

Arş. Gör. Dilek ÖZER*
Doç. Dr. Suat ÖZCAN**

Arş. Gör. Nazlı Merve GÜNGÖR*
Prof. Dr. Özgür UZUN*

Makale Kodu/Article code: 4201
Makale Gönderilme tarihi: 31.10.2019
Kabul Tarihi: 20.03.2020
DOI : 10.17567/ataunifd.706860

Dilek Özer: ORCID ID:0000-0001-6576-9951
Nazlı Merve Güngör: ORCID ID:0000-0003-0321-2626
Suat Özcan: ORCID ID:0000-0001-8782-2899
Özgür Uzun: ORCID ID:0000-0001-7682-3722

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı geleneksel şırınga irrigasyon yöntemi ile bu yöntemle birlikte uygulanan pasif ultrasonik irrigasyon (PUI) aktiveleştirme tekniğinin preparasyonu yapılmış mandibular premolar dişlerin vertikal kırık direncine etkisini karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada 52 adet çekilmiş tek köklü mandibular premolar insan dişi kullanıldı. Dişler rastgele 4 gruba ayrıldı (n=13). Bütün dişler, kök boyları 13±1 mm olacak şekilde mine-sement bileşiminin altından kesildi. Grup 1'de; dişlere hiçbir işlem yapılmadı (Kontrol 1). Grup 2'de; dişlerin kök kanalları #25/0.06 One Shape eğ (Micro-Mega, Besançon, France) ile prepare edildi ve serum fizyolojik ile yıkandı (Kontrol 2). Grup 3'de; dişlerin kök kanalları aynı eğ sistemi ile prepare edildi, preparasyon sırasında %2,5 NaOCl (sodyum hipoklorit) ve %15 EDTA (etilendiamin tetraasetik asit) kullanılarak geleneksel şırınga yöntemi ile irrigasyon yapıldı. Grup 4'te; dişlerin kök kanalları aynı eğ sistemi ile prepare edildi, preparasyon sırasında %2,5 NaOCl ve %15 EDTA kullanılarak geleneksel şırınga yöntemi ile irrigasyon yapıldı, daha sonra pasif ultrasonik irrigasyon yöntemiyle %2,5 NaOCl 60 saniye boyunca aktive edildi. Evrensel bir test makinesi ile tüm gruplardaki dişlerin kırılma direnci testleri yapıldı ve kırılma direnci skorları kaydedildi. Elde edilen değerler tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak istatistiksel olarak analiz edildi (p<0.05).

Bulgular: En yüksek vertikal kırık direncini hiçbir işlem yapılmayan Kontrol 1 grubu, en düşük vertikal kırık direncini ise geleneksel şırınga irrigasyon grubu göstermiştir. Bununla birlikte gruplar arası farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0.05).

Sonuç: Bu çalışmanın sınırları dâhilinde, pasif ultrasonik irrigasyon aktiveleştirme yöntemi mandibular premolar dişlerin vertikal kırık direncini olumsuz yönde etkilememiştir.

Anahtar kelimeler: İrrigasyon, Ultrasonik, Aktivasyon, Kırık

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to compare the effect of conventional syringe irrigation and conventional syringe irrigation with passive ultrasonic irrigation (PUI) technique on vertical fracture resistance of mandibular premolar teeth.

Material and Methods: Fifty-two single-rooted mandibular premolar teeth, randomly divided into four groups, were used in this study (n=13). All samples sectioned below the cemento-enamel junction to standardize the length to 13±1 mm. In Group 1, no treatment performed (Control 1). In group 2; root canals were prepared with #25/0.06 One Shape file (Micro-Mega, Besançon, France) and irrigated with saline (Control 2). In Group 3; root canals were prepared with same file, and irrigated with conventional syringe method using 2.5% NaOCl (sodium hypochlorite) and 15% EDTA (ethylenediamine tetraacetic acid). In Group 4; root canals were prepared with same file, irrigated with conventional syringe method using 2.5% NaOCl and 15% EDTA during the preparation, then 2.5% NaOCl was activated by passive ultrasonic irrigation for 60 seconds. Fracture resistance testing of all groups performed with a universal test machine and each resistance scores recorded. The data were evaluated statistically using one-way ANOVA test (p<0.05).

Results: No treatment performed (Control 1) group showed the highest and conventional syringe irrigation group showed the lowest resistance scores. However, the differences between the groups were not statistically significant (p<0.05).

Conclusion: In the limits of this study, passive ultrasonic irrigation activation method did not negatively affect the vertical fracture resistance scores of the samples.

Keywords: Irrigation, Ultrasonics, Activation, Fracture

*Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı, Ankara

**Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara

*Bu çalışma İzmir Diş Hekimleri Odası'nın 26. Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi'nde (8-10 Kasım 2019, İzmir, Türkiye) poster olarak sunulmuştur.

Kaynakça Bilgisi: Özer D, Güngör NM, Özcan S, Uzun Ö. Pasif Ultrasonik İrrigasyon Tekniğinin Mandibular Premolar Dişlerin Vertikal Kırık Direncine Etkisi. Atatürk Üniv Diş Hek Fak Derg 2020; 30: 373-78.

Citation Information: Ozer D, Gungor NM, Ozcan S, Uzun O. The Effect of Passive Ultrasonic Irrigation Technique on the Vertical Fracture Resistance of Mandibular Premolars. J Dent Fac Atatürk Uni 2020; 30: 373-78.



GİRİŞ

Endodontik tedavinin en önemli aşamalarından biri kök kanal sisteminin mekanik preparasyonudur¹. Bununla birlikte, etkin bir kök kanal temizliği ve şekillendirilmesinde mekanik preparasyon tek başına yeterli olamamaktadır¹. Preparasyon esnasında meydana gelen debris, organik ve inorganik doku artıklarının uzaklaştırılması, kanal içi dezenfeksiyon ve lubrikasyonun sağlanması amacıyla irrigasyon solüsyonlarından faydalanılmaktadır². Bu solüsyonlar kök kanallarının temizlik ve dezenfeksiyonunda önemlidir fakat aynı zamanda dentindeki kalsiyum ve fosfat mineral oranını değiştirerek kimyasal ve yapısal özelliklerini etkileyebilmektedir³.

Vertikal kök kırıkları kök kanal tedavisindeki en ciddi komplikasyonlardan biridir¹. Enstrümantasyon sırasında zayıflayan dentin dokusu ve doldurma işlemi esnasında uygulanan basınç, endodontik olarak tedavi edilmiş bir dişte kök kırığına zemin hazırlayabilecek faktörler arasındadır^{4,5}. Bununla birlikte, irrigasyon solüsyonlarının da endodontik tedavi görmüş dişlerin kırılma direnci üzerine etkisi bulunmaktadır⁶.

%0,5-%5,25 konsantrasyonlarında ki Sodyum Hipoklorit (NaOCl) organik doku çözücülüğü ve antimikrobiyal etkinliğinden ötürü yaygın olarak tercih edilen bir irrigasyon solüsyonudur². Dentinin sertlik, pürüzlülük, kuvvet dayanımı gibi mekanik özellikleri NaOCl kullanımından etkilenebilmektedir⁷.

Etilendiamin tetraasetik asit (EDTA) dentinin inorganik komponentlerini çözmede kullanılan bir şelasyon ajanıdır, bu sayede geride kalan organik matris işlemlere daha az mekanik direnç göstermektedir². EDTA'nın %15-17 arası konsantrasyonlarda kullanılması önerilmektedir⁸. Smear tabakasının inorganik bileşenlerini kalsiyum şelasyonu ile demineralize etmektedir⁹. EDTA hidroksiapatit kristalleri içindeki kalsiyum iyonları ile reaksiyona girerek suda çözünür kompleksler oluşturup bu iyonları dentinden uzaklaştırmaktadır⁹. Bu işlem dentinin mikro yapısında değişikliklere neden olmakta, elastikiyet modülü ve büyüme kuvvetinin azalmasına sebep olmakta, dolayısıyla dentinin mikro sertliğini ve dişlerin kırılma direncini olumsuz etkileyebilmektedir¹⁰.

İrrigasyonun etkinliği sadece kullanılan solüsyona bağlı olmamakla birlikte irrigasyon metoduna da bağlıdır. Geleneksel Şırınga İrrigasyonu (GŞİ) halen geniş ölçüde geçerliliğini sürdürse de kök kanal düzensizliklerinden debrisini tamamen uzaklaştırmada yetersizdir¹⁰. Smear tabakasını ve dentin debrislerini uzaklaştırmak için organik ve inorganik çözücü

solüsyonların yanı sıra manuel ve mekanik aktivasyon tekniklerinin kullanımı da önerilmektedir^{11,12}.

Pasif ultrasonik irrigasyon (PUİ), kanal duvarlarına herhangi bir temas olmadan kök kanalları içerisindeki yıkama solüsyonunun aktivasyonunu sağlamak için ultrasonik olarak aktive edilmiş enstrümanların kullanıldığı bir yöntemdir³. Ultrasonik enerji, enstrüman boyunca yıkama solüsyonuna iletilir, solüsyon ultrasonik uçların etrafında dolaşır ve böylece akustik dalgalanma gerçekleşir¹³. PUİ'un, geleneksel şırınga yöntemi ile karşılaştırıldığında, daha çok dentin debris, smear tabakası ve biyofilmi uzaklaştırabildiği çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir^{3,14}.

Önceki çalışmalarda farklı irrigasyon solüsyonlarının kök kırılma direncine etkisine bakılmıştır^{1,3,9,15}. PUİ sırasında mevcut sıvıya verilen enerjinin dentin üzerinde yaratabileceği etki ve PUİ kullanımıyla çözücü etkinliği artan solüsyonların dentin üzerinde meydana getirebileceği kırılmaya yatkınlık ise henüz mevcut çalışmalarda ayrıntılı olarak araştırılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı pasif ultrasonik irrigasyon tekniği kullanımının mandibular premolar dişlerin vertikal kırık direncine etkisini, geleneksel şırınga irrigasyonu ile karşılaştırarak incelemektir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun, 19.09.2019 tarihli ve GÜDHKAEK.19.18/9 numaralı kararı ile gerçekleştirildi.

Örnek Seçimi ve Preparasyon

Çalışmaya periodontal ve ortodontik nedenlerle çekilmiş 52 adet mandibular premolar diş dâhil edildi. Birden fazla kök veya kanal, çürük, internal veya eksternal kök rezorpsiyonu, önceden yapılmış restorasyon, çatlak veya kırık bulunan dişler çalışmaya dâhil edilmedi. Standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla bütün dişlerin kuronları, kök boyları 13±1 mm olacak şekilde mine-sement birleşiminin aşağısından su soğutması altında elmas fissür frez ile uzaklaştırıldı. Örnekler rastgele 4 gruba ayrıldı (Tablo 1).

GRUP I: Kontrol 1

Bu gruptaki dişlere kuronları uzaklaştırıldıktan sonra herhangi bir preparasyon ve irrigasyon işlemi uygulanmadı.

GRUP II: Kontrol 2

Dişlerin kök kanallarına #10 K-tipi (Dentsply Maillefer, Ballaigues, İsviçre) eğe ile giriş yapıldı. Kanal egesi apekte görüldüğü an, eğe 1 mm geri çekilerek çalışma boyu hesaplandı. Dişler #25/0.06 One Shape

(Micro-Mega, Besançon, France) tek eğe sistemi ile üretici firmanın talimatları doğrultusunda (350 rpm hız ve 3 N.cm tork) bir endodontik mikromotor ile (Dia Gear, DiaDent, Canada) çalışma boyuna kadar şekillendirildi. Şekillendirme esnasında irrigasyon solüsyonu olarak sadece 10 mL serum fizyolojik (SF) kullanıldı.

Tablo 1.Gruplar

Grup Adı	Yapılan İşlem
Grup I (Kontrol 1)	Kök boyu standardizasyonu
Grup II (Kontrol 2)	Kök boyu standardizasyonu + Preperasyon + SF ile İrrigasyon
Grup III (GŞİ)	Kök boyu standardizasyonu+Preperasyon+NaOCl ve EDTA ile İrrigasyon+SF ile final İrrigasyon
Grup IV (PUİ)	Kök boyu standardizasyonu + Preperasyon + NaOCl ve EDTA ile İrrigasyon + SF ile İrrigasyon + NaOCl ile PUİ Aktifleştirme + SF ile final İrrigasyon

GRUP III: GŞİ

Dişlerin çalışma boyları Grup 2 de kullanılan metotla tespit edildi. Dişler Grup 2 de kullanılan aynı enstrüman sistemi ve aynı prensiplerle, çalışma boyuna kadar prepare edildi. Şekillendirme esnasında kök kanallarında 2mL %2,5 NaOCl ile irrigasyon yapıldı, SF ile irrigasyon yapıldıktan sonra 2mL %15 EDTA (IMICRYL, Konya, Türkiye) ile 1 dk irrigasyon yapıldı. Son olarak kök kanallarına 10 mL SF ile irrigasyon yapıldı.

GRUP IV: PUİ

Dişlerin çalışma boyları Grup 2 de kullanılan metotla tespit edildi. Dişler Grup 2 de kullanılan aynı enstrüman sistemi ve aynı prensiplerle, çalışma boyuna kadar prepare edildi. Şekillendirme esnasında kök kanallarına 2mL %2,5 NaOCl ile irrigasyon yapıldı. SF ile irrigasyon yapıldıktan sonra 2mL %15 EDTA (IMICRYL, Konya, Türkiye) ile 1 dk irrigasyon yapıldı. 10 mL SF ile final irrigasyon yapıldı.

Daha sonra bir piezoelektrik ünitesi (NSK Varios 750; Nakanishi, Inc., Tochigi, Japan) ve #20 U-tipi (Nakanishi, Inc., Tochigi, Japan) uç kullanılarak 2mL %2,5 NaOCl çalışma boyunun 1 mm gerisinden 60 sn boyunca pasif ultrasonik irrigasyon yöntemiyle aktive edildi. Son olarak kök kanallarına 10 mL SF ile irrigasyon yapıldı.

İrrigasyon işlemleri bittikten sonra kök kanalları kâğıt koniler (DiadentGroup International Inc, Chongju, Kore) ile kurulandı. 37°C de %100 nemli ortamda 1 gün bekletildi.

Kırılma Testi için Hazırlık

Tüm örneklerin apeksleri kompozit rezin ile kaplandı. Daha sonra tüm gruplardaki kökler periodon-siyumu modellemek için 0,2-0,3 mm kalınlığında ki

mum ile kaplandı. Bütün örneklerin apikal 10 mm'lik kısmı silindir şeklinde plastik kalıplar içerisinde kendiliğinden sertleşebilen soğuk akrilik rezine (IMICRYL, Konya, Türkiye) vertikal olarak gömüldü. Akrilik resinin polimerizasyonu başladığında, kökler rezinden çıkarılıp mumlar kök yüzeyinden ve akrilik rezin içerisinden temizlendi. Kök ile akrilik arasında periodontal membranı taklit edecek şekilde ince bir boşluk oluşturuldu ve bu boşluklar polivinilsiloksan içerikli 2. ölçü maddesi (Oranwash L, Zhermack, Italy) ile doldurularak dişler tekrar yerine yerleştirildi. Polimerizasyon tamamlandıktan sonra rezin bloklar evrensel bir test makinesinin (Autograph AGS-J; Shimadzu, Tokyo, Japan) alt bloğuna yerleştirildi. Üst plakada, çapı 3 mm olan küresel bir çelik uç kanal girişinin tam merkezinde olacak şekilde yavaşça artan dikey bir kuvvet (1mm /dakika-1) ile kırılma oluşana kadar uygulandı (Resim 1). Test makinesi ekranındaki grafikte ani bir düşüş meydana geldiğinde, kırılma için gereken maksimum vertikal kuvvet Newton cinsinden kayıt edildi (Resim 2).



Resim 1. Kırılma deneyi (Autograph AGS-J; Shimadzu, Tokyo, Japan) uygulaması



Resim 2. Köklerde meydana gelen vertikal kırık görüntüsü

İstatistiksel Analiz

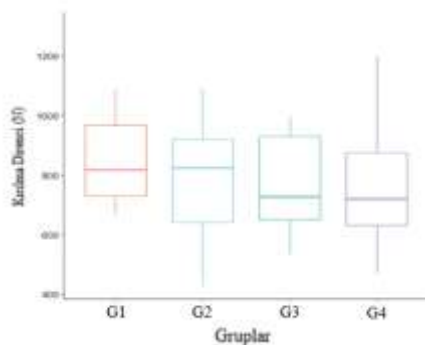
Analizler SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak gerçekleştirildi. Çalışmada tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanıldı. Normalite testi olarak Shapiro Wilk testi, homojenite için Levene's testi kullanıldı. Gruplar arası farklılık incelenirken anlamlılık seviyesi $p=0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Test ve kontrol gruplarındaki ortalama kırılma direnci skorları ile örneklerin minimum ve maksimum kırılma direnci skorları Tablo 2'de gösterilmiştir. Herhangi bir işlem yapılmayan Kontrol 1 grubu; Kontrol 2, GŞİ ve PUİ grubu ile karşılaştırıldığında en yüksek ortalama kırılma direnci değerini göstermiştir ($p>0.05$). En düşük ortalama kırılma direnci değerini ise GŞİ grubu göstermiştir. Kırılma direnci skorlarında ortalamadan sapma en çok PUİ grubunda olmuştur (Grafik 1). Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0.05$).

Tablo 2. Grupların ortalama, minimum ve maksimum kırılma direnci skorları (N).

Gruplar	Ortalama (N)	Minimum (N)	Maksimum (N)
Grup I (Kontrol 1)	839,91	666,56	1086,72
Grup II (Kontrol 2)	791,26	427,34	1090,94
Grup III (GŞİ)	764,45	534,68	993,12
Grup IV (PUİ)	797,98	470,93	1301,25



Grafik 1. Grupların kırılma direnci skorlarının dağılım grafiği. (G1= Kontrol 1 grubu, G2= Kontrol 2 grubu, G3= Geleneksel şırınga irrigasyonu grubu ve G4= Pasif ultrasonik irrigasyon grubu).

TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulgularına göre, PUİ grubunun ortalama kırılma direnci değeri sadece prepare edilip SF irrigasyonu yapılan Kontrol 2 grubundan ve GŞİ yapılan gruptan daha yüksek bulunmuştur ($p>0.05$). Bu sonuçlar, geleneksel şırınga yöntemine ilave olarak uygulanan PUİ aktivasyon tekniğinin kök kanallarındaki dentin dokusunun mekanik özelliklerini zayıflatmadığını düşündürmüştür.

İrrigasyon aktivasyon yönteminin dentinin yapısında meydana getirebileceği değişiklikler göz önünde bulundurularak dişlerin kırılma direncine bir etkisi olup olmadığı önceki çalışmalarda araştırılmıştır. Baechtold ve ark.⁷ yaptıkları bir çalışmada farklı irrigasyon protokollerinin sıgır keser dişlerinin kök kırılma direncine etkisine bakmışlar, PUİ grubu ile geleneksel şırınga irrigasyonu grubundaki dişlerin kırılma direnci değerlerinin benzer olduğunu bulmuşlardır. Kamalak ve ark.¹⁶, PUİ aktivasyon tekniğinin tekrarlayan endodontik tedavi dişlerinde ki kök kırılma direncine etkisine bakmışlar, PUİ yönteminin kök dentininin kırılma direncini anlamlı olarak düşürmediğini bulmuşlardır. Bu çalışmalardaki bulgular mevcut çalışmamızdaki bulgular ile örtüşmektedir.

Mohammed ve ark.¹⁷ yaptıkları çalışmada, PUİ ile %2,5 NaOCl'in 60 saniye ve ardından tekrar 30 saniye aktive edildiğinde lateral kanallara penetrasyonda ve kök kanallarından Enterococcus Faecalis biyofilmini kaldırmada diğer yöntemlerden daha başarılı olduğunu bulmuşlardır. Vivan ve ark.¹⁸. PUİ ile %2,5 NaOCl'yi çalışma boyunun 1 mm gerisinden 60 saniye boyunca aktive etmişler ve bu protokolün endodontik çalışmalarda yaygın olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da %2,5 NaOCl solüsyonu çalışma boyunun 1 mm gerisinden 60 saniye boyunca PUİ ile aktive edilmiştir.

Mevcut çalışma in vitro bir çalışma olduğundan ağız ortamının tam anlamıyla taklit edilebilmesi olanaksızdır. Ağız ortamında oklüzal kuvvetler, dişlere sıkıca bağlı periodontal ligamentle çene kemiklerine iletilir ve periodonsiyum dinamiği ile bu kuvvetlere karşı yeterli direnç sağlanır¹⁹. Akirlik rezin rijit bir materyal olduğundan diş üzerine uygulanan kuvvetin homojen ve stabil olabilmesi için periodontal aralık birçok kırılma çalışmasında simüle edilmiştir²⁰⁻²². Soares ve ark.²³, periodontal ligament simülasyonunun kırılma direncinin belirlenmesinde oldukça önemli olduğunu, kullanılan rezin tipinin ise kırılma direnci değerlerinde anlamlı bir farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir. Mev-

cut çalışmada da ağız ortamını taklit edebilmek amacıyla, kökler akrilik rezine gömülmeden önce mum ile oluşturulmuş olan 0,2-0,3 mm'lik aralık, akriliğin polimerizasyonundan sonra, mum artıklarından temizlenmiş ve polivinilsiloksan esaslı bir ölçü maddesi ile doldurulmuştur. Bu şekilde periodontal membran taklit edilmeye çalışılmıştır.

Önceki çalışmalarda klinik koşulları simüle etmek amacıyla kırılma testi esnasında yükleme kuvvetleri farklı yönlerde uygulanmıştır^{24,25}. Birçok çalışmada dişin uzun eksenine vertikal olarak uygulanan kuvvetin, daha homojen olarak iletildiği ileri sürülmüştür^{26,27}. Bu nedenle mevcut çalışmada da kuvvet dişin uzun eksenine vertikal olarak uygulanmıştır.

Bu çalışmada %2,5 NaOCl PUI ile 1 dk aktive edilmiştir, bunun kök dentininde kırılma direncini anlamlı şekilde etkilemediği bulunmuştur. Pasif ultrasonik irrigasyonda irrigasyonun kök kırılma direncini azaltmamasının nedeni aktiveleştirmede kullanılan eğe ucunun kanal duvarlarına temas etmemesi ve dolayısıyla dentin dokusunda madde kaybının olmamasına bağlanabilir, fakat literatürde PUI'un kök kırılma direnci üzerine etkisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Kök kanal tedavisinde kullanılan diğer irrigasyon solüsyonlarının PUI ile aktive edildiklerinde, kök kırılma direnci üzerine nasıl etki edeceği sorusunun cevabı için bu konuda başka çalışmalara ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Bu deneysel çalışmanın sınırları içerisinde, irrigasyon aktiveleştirilmesinde kullanılan pasif ultrasonik irrigasyon tekniği mandibular premolar dişlerin vertikal kırılma direncini negatif yönde etkilememiştir.

Teşekkür: *Bu çalışmanın örnekleme analizinde ve çalışma sonucunu verilerinin istatistiksel olarak analiz edilmesinde katkılarından dolayı Orta Doğu Teknik Üniversitesi İstatistik Bölümü'nde görev yapmakta olan Doç. Dr. Ceylan Talu YOZGATLIGİL'e teşekkür ederiz.*

NOT: *Çalışmada herhangi bir yazar, kurum ya da kuruluş ile çıkar çatışması içerisinde bulunmamaktadır. Makale daha önce hiçbir yerde yayınlanmamış ve yayınlanmak üzere işlem görmemektedir*

KAYNAKLAR

1. Ismail Arslan H, Barutçigil C, Karatas E, Topcuoglu HS, Yeter KY, Ersoy I, Ayrancı LB. Effect of citric acid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots. Eur J Dent 2014; 8:74-78.
2. Alaçam T. Endodonti. Nobel Kitabevi Adana, 2012, s 529-47.
3. Lantigua Domínguez MC, Feliz Pedrinha V, Oliveira Athaide da Silva LC, Soares Ribeiro ME, Loretto SC, de Almeida Rodrigues P. Effects of Different Irrigation Solutions on Root Fracture Resistance: An in Vitro Study. Iran Endod J 2018; 13:367-72.
4. Lam PP, Palamara JE, Messer HH. Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. J Endod 2005; 31:529-32.
5. Holcomb JQ, Pitts DL, Nicholls JI. Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. J Endod 1987; 13:277-84.
6. Uzunoglu E, Aktemur S, Uyanik MO, Durmaz V, Nagas E. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. J Endod 2012; 38:1110-3.
7. Baechtold M, da Cunha L, Souza E, Gabardo M, de Oliveira K, Baratto-Filho F, Leonardi D. Effect of Endodontic Irrigation Protocols on Crown Fracture Resistance. J Contemp Dent Pract 2018; 19:768-72.
8. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. Int Endod J 2003; 36: 810-30.
9. Bhandary S, Kakamari S, Srinivasan R, Chandrappa MM, Nasreen F, Junjanna P. A comparative evaluation of the effect of 8% and 17% ethylenediaminetetraacetic acid exposure for 1 min and 10 min on the fracture resistance of endodontically treated roots: An in vitro study. J Conserv Dent. 2017; 20:21-4.
10. Ekici MA, Helvacioğlu Kıvanç B, Ekici A, Uzun Ö. Farklı endodontik irrigasyon aktivasyon teknikleri kullanılarak yapay oluklardan debriz uzaklaştırılması: ex vivo. Acta Odontol Turc 2017; 34: 14-8.
11. Cameron JA. The Use of Ultrasonics in the Removal of the Smear Layer: A Scanning Electron Microscope Study. J Endod 1983;9:289-92.
12. Cameron JA. The Use of Ultrasound for the Removal of the Smear Layer. The Effect of Sodium Hypochlorite Concentration; Sem Study. Aust Dent J 1988;33:193-200.
13. Aşçı SK, Endodonti, Quintessence yayıncılık, İstanbul 2014: s 427.



14. Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod* 2003; 29:12-4.
15. Turk T, Kaval ME, Sarikanat M, Hülsmann M. Effect of final irrigation procedures on fracture resistance of root filled teeth: an ex vivo study. *Int Endod J* 2017;50:799-804.
16. Kamalak A, Uzun I, Arslan H, Keleş A, Doğanay E, Keskin C, Akçay M4. Fracture Resistance of Endodontically Retreated Roots After Retreatment Using Self-Adjusting File, Passive Ultrasonic Irrigation, Photon-Induced Photoacoustic Streaming, or Laser. *Photomed Laser Surg* 2016;34:467-72.
17. Mohmmmed SA, Vianna ME, Penny MR, Hilton ST, Mordan NJ, Knowles JC. Investigations into in situ *Enterococcus faecalis* biofilm removal by passive and active sodium hypochlorite irrigation delivered into the lateral canal of a simulated root canal model. *Int Endod J*. 2018;51:649-62.
18. Vivian RR, Duque JA, Alcalde MP, Só MV, Bramante CM, Duarte MA. Evaluation of Different Passive Ultrasonic Irrigation Protocols on the Removal of Dentinal Debris from Artificial Grooves. *Braz Dent J* 2016; 27:568-72.
19. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 2nd ed CV Mosby, St Louis 1989: 114-5.
20. Barutçigil Ç, Arslan H, Yılmaz CB, Yalçın M. Kök kanal tedavisi yapılmış molar dişlerde irrigasyon solüsyonlarının kırılma dirençleri üzerine etkisinin incelenmesi. *J Dent Fac Atatürk Uni* 21: 2013; 208-13.
21. Souza EM, Calixto AM, Lima CN, Pappen FG3, De-Deus G. Similar influence of stabilized alkaline and neutral sodium hypochlorite solutions on the fracture resistance of root canal-treated bovine teeth. *J Endod* 2014; 40:1600-3.
22. Uzunoglu E, Yılmaz Z, Erdogan O, Görduysus M. Final Irrigation Regimens Affect Fracture Resistance Values of Root-filled Teeth. *J Endod*. 2016 Mar;42(3):493-5.
23. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res* 2005;19:11-6.
24. Heydecke G, Butz F, Strub JR. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different post and core systems: An in-vitro study. *J Dent* 2001;29:427-33.
25. Fokkinga WA, Le Bell AM, Kreulen CM, Lassila LV, Vallittu PK, Creugers NH. Ex vivo fracture resistance of direct resin composite complete crowns with and without posts on maxillary premolars. *Int Endod J* 2005;38:230-7.
26. Lindemuth JS, Hagge MS, Broome JS. Effect of restoration size on fracture resistance of bonded amalgam restorations. *Oper Dent* 2000;25:177-81.
27. Dias de Souza GM, Pereira GD, Dias CT, Paulillo LA. Fracture resistance of premolars with bonded class II amalgams. *Oper Dent* 2002;27:349-53.

Yazışma Adresi

Arş. Gör. Dilek ÖZER
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Endodonti Anabilim Dalı, Ankara
e-posta: dtdilekozer@gmail.com

