

Kök Kanallarından Kalsiyum Hidroksit Uzaklaştırılmasında Pasif Sonik İrrigasyonun Etkinliği

The Efficacy of Passive Sonic Irrigation for Removal of Calcium Hydroxide from Root Canals

Şebnem EROL,^a
Cem Burak AKIN,^a
Zeliha Gonca BEK,^a
Ali Cemal TINAZ^a

^aDiş Hastalıkları ve Tedavisi AD,
Gazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi, Ankara.

Geliş Tarihi/Received: 04.09.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 07.12.2009

*Bu makale, Türk Endodonti Derneği
3. Bilimsel Sempozyum
(25-27 Nisan 2008)'unda sözlü tebliğ
edilmiştir.*

Yazışma Adresi/Correspondence:
Zeliha Gonca BEK
Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi,
Diş Hastalıkları ve Tedavisi AD, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
goncabek@gazi.edu.tr

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, pasif sonik ile değişik eğelerin kullanımının kalsiyum hidroksit [Ca(OH)₂]- gliserin karışımının kök kanallarından uzaklaştırma etkinliğini değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmada yeni çekilmiş 48 adet tek köklü, çürüksüz, apeks oluşumu tamamlanmış, maksiler anterior dişler kullanılmıştır. Kök kanal preparasyonu apikal master eğe 40 numara olacak şekilde standart preparasyon tekniğiyle gerçekleştirildi. Kök kanalları kâğıt konularla kurulandı ve 30 numaralı lentulo yardımıyla Ca(OH)₂- gliserin karışımı apikal foramen den görülene kadar kök kanalı içine yerleştirildi. Ca(OH)₂- gliserin karışımı grup 1'de sonicMAX ucuna takılan 20 numara K tipi eğeyle, grup 2'de 20 numara H tipi eğeyle ve grup 3'te 20 numara sıkıştırıcı ile uzaklaştırıldı. Dördüncü grupta karışımı uzaklaştırmak için plastik şırınga ile NaOCl irrigasyonu yapıldı. Dişler uzun aksları boyunca ikiye ayrıldı. Her bir parçanın fotoğrafı çekildi. Resimler bilgisayar ortamında karelere bölündü ve kalan Ca(OH)₂ miktarları değerlendirildi. İstatistiksel değerlendirmede Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı. **Bulgular:** Bütün deney dişlerinde artık Ca(OH)₂ bulundu. Kök kanal eğeleri düşünülmediğinde kanal içi ilacın temizlenme miktarı sırasıyla kronal>orta>apikal olarak tespit edildi. Ama bölgeler arasında istatistiksel fark bulunamadı. Bölgeler düşünülmediğinde kanal içi ilacın temizlenme miktarı sıkıştırıcı > H tipi > K tipi olarak tespit edilmiştir. Sıkıştırıcı ve kontrol grubu arasında istatistiksel fark bulundu. K tipi, H tipi ve sıkıştırıcı arasında istatistiksel fark bulunamadı. **Sonuç:** Bu çalışmada kullanılan hiçbir teknik kök kanal tedavisi şansları arası kanal içi ilacı tamamen uzaklaştırmada etkili olamadı. Kök kanalından Ca(OH)₂'in uzaklaştırılmasında pasif sonik irrigasyonla paslanmaz çelik kanal sıkıştırıcının kullanımı daha iyi sonuç verdi.

Anahtar Kelimeler: Kalsiyum hidroksit; kök kanalı sulayıcıları; sulama

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to evaluate the efficiency of passive sonic removal of calcium hydroxide [Ca(OH)₂]. **Material and Methods:** Forty-eight human maxillary anterior single-rooted teeth were used. Root canal preparation was performed with standard preparation technique. The root canals were dried with paper points and Ca(OH)₂- glycerin paste was placed with a size 30 lentulo paste carrier, until the medicament was visible at the apical foramen. Teeth were randomly assigned to four groups and filled with Ca(OH)₂. Ca(OH)₂ was removed in group 1 with size 20 K-file, group 2 with size 20 H-file and group 3 with size 20 spreader by using sonic energy. In group 4 irrigation was performed by plastic syringes for removing Ca(OH)₂. Tooth were cut into halves. Each part of tooth photographs have taken. Photographs were district to grids on computer and evaluated measure of Ca(OH)₂. Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests were used for statistical analyses. **Results:** Remnants of medicament were found in all experimental teeth. When not considering file type in all groups. the coronal section of the tooth was cleaned significantly better than the other sections. When not considering tooth section a significant difference was found between control-spreader. No difference was found in cleaning between H file, K file and finger spreader. **Conclusion:** None of the techniques used in this study removed the root canal treatment inter-appointment root canal medicaments completely. It is concluded that Ca(OH)₂ can be better removed from root canals when stainless steel finger spreader is used with passive sonic irrigation.

Key Words: Calcium hydroxide; root canal irrigants; irrigation

Endodontik tedavinin başarısında kök kanalını tamamen şekillendirme ve temizleme aşamalarının önemi tartışma götürmez. Kök kanal preparasyonu boyunca kullanılan irrigasyon desteği enfekte kök kanalında mikroorganizma sayısını azaltmaya yardımcı olmaktadır ama kanal düzensizliklerinden mikroorganizmaları uzaklaştırmada kök kanal preparasyonu ve irrigasyon yeterli olamayabilmektedir.¹ Bunun için tedavi seansları arası antimikrobiyal bir kanal içi ilaç kullanımı gerekebilmektedir. Ayrıca kanal içi ilaç kullanımının bir avantajı da kalan suşların çoğalmasını ve tekrar kanal içinin enfekte olmasını önlemesidir.² Kanal içi ilaç olarak birçok antimikrobiyal ajan kullanılabilir fakat kalsiyum hidroksit antibakteriyel organik doku çözücü ve toksik olmayan özellikleri nedeniyle kabul görmüş ve kendini ispatlamış bir ajandır. Ca(OH)₂ uygulandığı bölgelerde OH⁻ ve Ca⁺² iyonlarına çözünerek hem bakteri hem de dokular üzerinde biyolojik ve antimikrobiyal etkiler göstermektedir.³ Etki mekanizmasının esas enzim faaliyetleri üzerinde oluşturduğu değişimlerden kaynaklanmaktadır.³ Alkalin fosfotaz gibi doku enzimlerini aktive ederek mineralize doku oluşumunu teşvik etmektedir. Ayrıca bakteri enzimlerini inhibe ederek bakterilerin metabolizma çoğalma ve hücre bölünmesi faaliyetlerini engellemektedir.⁴ Ca(OH)₂'in antimikrobiyal etkisi yüksek pH değerinden dolayı oluşan hidroksil iyonlarının salınışı ile oluşur. pH'da oluşan değişiklikler bakteri sitoplazmik membranında biyokimyasal hasar oluşturarak bakteri hücre bütünlüğünü bozmaktadır.⁵⁻⁷ Hidroksil iyonlarının salınımı optimum seviyeye kök kanalına yerleştirildikten bir hafta sonra erişebilmektedir.⁸ Sahip olduğu yüksek pH değeri ile bakteri hücre duvarı ve protein yapılarına etki göstererek direkt veya indirekt yolla dentin tübülleri içerisindeki mikroorganizmaları elimine eder. Ca(OH)₂'in etki gösterebilmesi için kök kanalında 7-10 gün süre kadar bekletilmesi gerekmektedir.^{8,9}

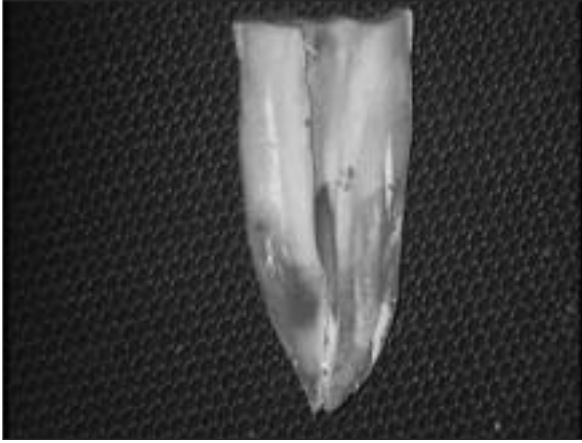
Kök kanalının dolum seansında kanal içi ilacın tamamen uzaklaştırılması kök kanal patlarının ve dolgusunun kanal duvarıyla temasa geçerek tam tıkama sağlaması için gereklidir. Ayrıca artık Ca(OH)₂ kök kanal patları ile etkileşime girerek tı-

kama kabiliyetini engelleyebilir.^{10,11} Ca(OH)₂ genellikle NaOCl irrigasyonu ve kök kanal preparasyonunun birlikte kullanımı ve %17'lik EDTA ile son yıkama yapılarak uzaklaştırılmaya çalışılır. Ama yukarıdaki hiçbir teknik kanal duvarlarındaki bütün materyali uzaklaştırmada etkili olamamaktadır. Oval kanallarda kök kanal eğeleri rotasyonel teknikler kullanıldığında apikal kök kanal duvarının sadece %40'ı ile temas eder.¹² Bundan dolayı irrigasyon kök kanal preparasyonu sırasında önemli bir aşamadır.

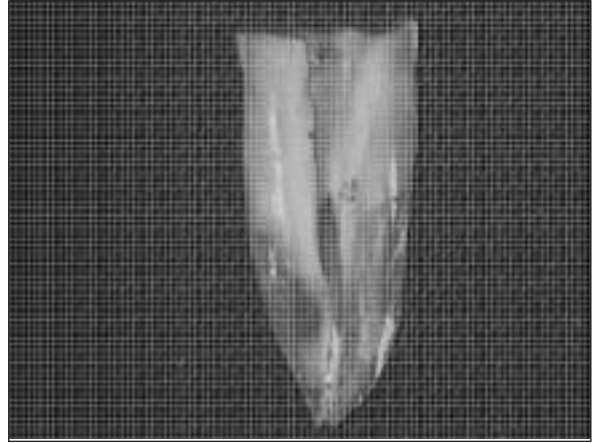
Bu çalışmanın amacı, pasif sonik uygulamasının farklı eğeler kullanarak Ca(OH)₂- gliserin karışımının uzaklaştırılmasında etkinliğini değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş, Çene Cerrahisi Anabilim Dalında çekilmiş 48 adet tek köklü, çürüksüz, apeks oluşumu tamamlanmış, anterior dişler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılacak dişlerin 5°'den daha eğimli olmayan, düz köklü olmasına dikkat edildi. Dişlerin üzerindeki eklentiler çekimden hemen sonra bir periodontal kretuvar yardımıyla temizlendi. Dişler kullanılabildiği kadar 4 °C'de distile su içinde bekletildi. Dişlerin kök kanalları tek bir operatör tarafından elde hazırlandı. Giriş kavimleri açıldıktan sonra 10 numaralı K tipi eğe apikal foramenden görülene kadar ilerletildi. Çalışma uzunluğu bu ölçümden 1 mm kısa olacak şekilde tespit edildi. Kök kanal preparasyonu apikal master eğe 40 numara olacak şekilde standart preparasyon tekniğiyle gerçekleştirildi. Preparasyon esnasında her eğe değişiminde kök kanalları 27-gauge plastik şırıngayla 5 ml %1'lik NaOCl ile pasif olarak yıkandı (Hayat Tıbbi Aletler, İstanbul, Türkiye). Kök kanalları kağıt konularla kurulandı ve 30 numaralı lentulo yardımıyla Ca(OH)₂- gliserin karışımı (Kalsin, Aktu Tic, İzmir, Türkiye) apikal foramenden görülene kadar kök kanalı içine yerleştirildi. Dişler 37 ± 1 °C'de 7 gün %100 nemli ortamda bekletildi. Dişler her grupta 12 diş olacak şekilde rastgele 4 gruba bölündü. Ca(OH)₂- gliserin karışımı grup 1'de sonic-MAX (Maximum Dental. INC. Secaucus, NC, ABD) ucuna takılan 20 numara K tipi eğeyle (Dentsply,



RESİM 1: Kalsiyum hidroksit uzaklaştırıldıktan sonra kök kanalı.



RESİM 2: Aynı kök kanalının 2 x 2 mm kareler yerleştirildikten sonraki görünüşü.

Maillefer, İsviçre), grup 2'de 20 numara H tipi eğeyle (Dentsply, Maillefer, İsviçre) ve grup 3'de 20 numara sıkıştırıcıyla (Dentsply, Maillefer, İsviçre) uzaklaştırıldı. Dördüncü grupta karışımı uzaklaştırmak için kanal içinde ileri geri hareketlerle plastik şırınga ile NaOCl irrigasyonu yapılarak gerçekleştirildi. Karışımı uzaklaştırma sırasında her kök kanalı 5 mL %1'lik NaOCl ile yıkandı. Dişlerin kronları elmas disk yardımıyla mine sement birleşim yerinden uzaklaştırıldı. Köklerin bukkal ve lingualine kökün uzun aksı doğrultusunda kök kanalını içine almayacak şekilde oluklar açıldı. Daha sonra kökler bu oluklar referans alınarak bir keski yardımıyla ikiye bölündü. Bütün köklerin bukkal kesitleri Sony Cyber-shot DSC H5 (Sony Corp, Japonya) fotoğraf makinesiyle fokal uzaklık 10 cm sabit tutularak fotoğraflandı ve bilgisayar ortamına taşındı. Fotoğraflar CorelDRAW Graphics Suite X4 v14.0 (Corel Corporation, CA, ABD) programıyla görüntülendi. Program kullanılarak her diş üzerine 2 x 2 mm kareler yerleştirildi (Resim 1, 2). Kök kanallarındaki artık miktarına göre bir skorlama sistemi tanımlandı: skor 1: Görülen artık yok, skor 2: Dağılmış artık, skor 3: Belirgin kütle, skor 4: Yoğun kümelenmiş artık (Tablo 1).¹² Artıklar diş kökünde buldukları bölgeye göre kronal, orta ve apikal olmak üzere her üç bölge için ayrı ayrı değerlendirildi. Her bölgede kaç kare olduğu sayıldı ve Ca(OH)₂'in uzaklaştırılması kare başına skorlandı. Sonuçlar her bölge için (4 x kare sayısı + 3 x ka-

TABLO 1: Skorlama sistemi.

Skor	Kriter
1	Görülen artık yok
2	Dağılmış artık
3	Belirgin kütle
4	Yoğun kümelenmiş artık

re sayısı + 2 x kare sayısı + 1 x kare sayısı)/toplam kare sayısı olarak hesaplandı. İstatistiksel değerlendirmede veriler homojen çıkmadığından dolayı parametrik olmayan testler olan Kruskal-Wallis ve Mann-Whitney U testleri kullanıldı (p < 0.05).

BULGULAR

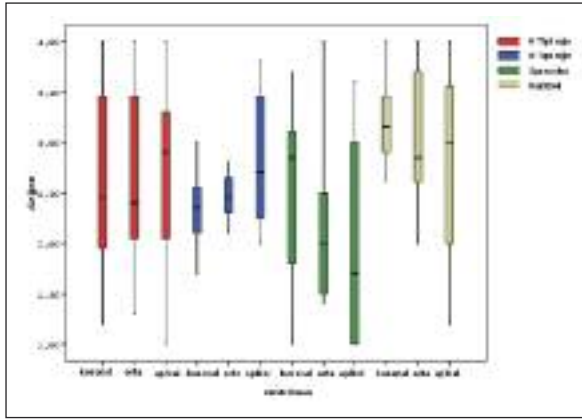
Bütün deney dişlerinde artık Ca(OH)₂ bulundu. Kök kanal eğeleri düşünülmediğinde kanal içi ilacın temizlenme miktarı sırasıyla kronal > orta > apikal olarak tespit edildi. Ama bölgeler arasında istatistiksel fark bulunamadı (p > 0.05). Bölgeler düşünülmediğinde kanal içi ilacın temizlenme miktarı sıkıştırıcı > H tipi > K tipi olarak tespit edilmiştir. Sıkıştırıcı ve kontrol grubu arasında istatistiksel fark bulundu (p < 0.05). K tipi, H tipi ve sıkıştırıcı arasında istatistiksel fark bulunamadı (p > 0.05) (Tablo 2, Şekil 1).

TARTIŞMA

Artık Ca(OH)₂ birçok kök kanal patının çalışma mekanizmasını engeller. Kanal duvarındaki artık

TABLO 2: Enstrümanların bölgelere göre ortalama kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılma skorları.

Enstrüman	Bölge	Ortalama (Std.Sap)
K	Kronal	2.61(0.85)
K	Orta	2.65(0.86)
K	Apikal	2.67(0.96)
H	Kronal	2.32(0.38)
H	Orta	2.57(0.60)
H	Apikal	2.81(0.63)
Sıkıştırıcı	Kronal	2.57(0.83)
Sıkıştırıcı	Orta	2.15(0.76)
Sıkıştırıcı	Apikal	2.01(1.04)
Kontrol	Kronal	3.02(0.42)
Kontrol	Orta	2.99(0.72)
Kontrol	Apikal	2.97(0.87)

**ŞEKİL 1:** Enstrümanların bölgelere göre ortalama kalsiyum hidroksitin uzaklaştırılma skorları.

Ca(OH)₂ ile patların teması patların fiziksel özelliklerinde ve tükama kabiliyetlerinde önemli değişiklikler yapabilir.^{10,11,13,14} Doku sıvılarıyla temasında rezorbe olacağına inanıldığından Ca(OH)₂'in uzaklaştırılması apikal sızıntıyı arttırabileceğinden tercih edilir.^{15,16}

İrrigasyon solüsyonlarının hidrodinamiğini arttırmak dentin kanalcıkları, yan kanallar ve anastomozları içeren bütün kök kanal sistemini temizlemeyi ve dezenfeksiyonunu artırır.¹⁷⁻¹⁹ Sıvı hidrodinamiği arttırmak için ısı transfer aletleri kullanılarak solüsyonu ısıtmak, titreşim oluşturmak, aktif olmayan metal kök kanal eğeleri ile ultrasonik enerji vermek, elektrokimyasal olarak solüsyonu aktive etmek gibi metotlar kullanılmıştır.²⁰⁻²³ Bu ça-

lışmanın asıl amacı kök kanalından Ca(OH)₂'i tamamen uzaklaştırabilecek yöntemi araştırmaktır. Bu çalışmada her türlü şekil ve boyutta el eğesiyle kullanılabilen sonik bir enstrüman olan SonicMAX kullanıldı. NaOCl ile ultrasonik irrigasyon sırasında daha etkili smear tabaka, bakteri, biyofilm yığını, pulpa dokusu, dentin debris ve kök kanal patı uzaklaştırılır.^{19,24-27} Pasif ultrasonik ve pasif sonik aktivasyonu arasında kök kanallarını temizleme etkinliği arasında bir fark bulunamamıştır.²⁸ Şırınga ve ultrasoniğin karşılaştırıldığı çalışmalar incelendiğinde ultrasoniğin pulpa dokusu ve dentin debrisini daha etkili uzaklaştırdığı anlaşılabılır.²⁵

Mayer ve ark. yaptığı çalışmada, kök kanalından dentin debris uzaklaştırmada pasif ultrasonik irrigasyon ile şırınga irrigasyonu arasında önemli fark bulunamamıştır.²⁶ Bu çalışmada EDTA, NaOCl'in sonik olarak aktivasyonundan önce kök kanalından uzaklaştırılmamıştır. EDTA'nın NaOCl'i inaktive etmesi sonuçları etkilemiş olabilir. Bizim çalışmamızda EDTA kullanılmadı.

Düz bir el egesi pasif ultrasonik irrigasyon sırasında dentin debrislerini uzaklaştırmada kesici bir egeden daha etkili bulunmuştur.²⁹ Bizim çalışmamızda sıkıştırıcı kök kanalından Ca(OH)₂'i uzaklaştırmada kesici eğerden daha etkili bulunmuştur. Pasif ultrasonik irrigasyon sırasında düz kablo kullanımı tercih edilmelidir çünkü bunlar kök kanalını kesmez, kök kanal şeklini korur ve perforasyonları engeller.²⁶ Birçok çalışma pasif ultrasonik irrigasyon sırasında düz kablo kullanımının daha etkin olduğunu göstermiştir.²⁶ Bizim çalışmamızda da Ca(OH)₂'i uzaklaştırmada K ve H eğerlerin kullanımı, artık Ca(OH)₂'in kanal duvarına sıvanmasına ve smear oluşumuna neden olmuş olabilir. Sonuç olarak, sıkıştırıcı diğer gruplara göre daha başarılı bir temizleme yapmıştır.

15 veya 20 numaradan daha büyük eğerler sadece geniş kanallarda rahat dalgalanma hareketi yaratabilir.¹⁸ Bu çalışmada sadece 20 numara paslanmaz çelik eğerler ve sıkıştırıcı kullanıldı. Kök kanalından dentin debrisini mikroorganizmaları organik dokuları ve Ca(OH)₂'in uzaklaştırılmasında pasif soniğin etkili olduğu belirtilmektedir. İrri-gantın aktif akışı temas edilen kanal duvarı yüzey alanı arttıracaktır. Bu çalışmanın amacı, pasif ultra-

soniğin farklı eğeler kullanarak Ca(OH)₂-gliserin karışımının uzaklaştırılmasında etkinliğini değerlendirmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmanın sonucuna göre, Ca(OH)₂ grupların hiçbirinde tamamen uzaklaştırılmadı. Artık

Ca(OH)₂ miktarı sırasıyla dişin apikal, orta, koronelinde saptandı. En az artık Ca(OH)₂ miktarı sıkıştırıcı grubunda görüldü. Kök kanalından Ca(OH)₂'i uzaklaştırılmasında pasif sonik irrigasyonla paslanmaz çelik kanal sıkıştırıcısı kullanımı daha iyi sonuç verdi.

KAYNAKLAR

1. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Santos SR, Lima KC, Magalhães FA, de Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod* 2002;28(3):181-4.
2. Chong BS, Pitt Ford TR. The role of intracanal medication in root canal treatment, *Int Endod J* 1992;25(2):97-106.
3. Akpınar KE, Er K, Sezer M, Güler H. [Periapical region of the pH changes, the effect of calcium hydroxide mixtures]. *The Journal of Cumhuriyet University Faculty of Dentistry* 2004;7(2):1-5.
4. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe Júnior O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J* 1995;6(2):85-90.
5. Staehle HJ, Pioch T, Hoppe W. The alkalizing properties of calcium hydroxide compounds. *Endod Dent Traumatol* 1989;5(3):147-52.
6. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endodon* 1980;7(1):17-21.
7. Foreman PC, Barnes IE. A review of calcium hydroxide. *Int Endod J* 1990;23(6):283-97.
8. Safavi KE, Nichols FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *J Endod* 1993;19(2):76-8.
9. Hosoya N, Takahashi G, Arai T, Nakamura J. Calcium concentration and pH of the periapical environment after applying calcium hydroxide into root canals in vitro. *J Endod* 2001;27(5):343-6.
10. Barbizam JV, Trope M, Teixeira EC, Tanomaru-Filho M, Teixeira FB. Effect of calcium hydroxide intracanal dressing on the bond strength of a resin-based endodontic sealer. *Braz Dent J* 2008;19(3):224-7.
11. Hosoya N, Kurayama H, Iino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canal sealers. *Int Endod J* 2004;37(3):178-84.
12. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals *Int Endod J* 2001;34(2):137-41.
13. Lambrianidis T, Kosti E, Boutsoukis C, Mazinis M. Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *Int Endod J* 2006;39(1):55-61.
14. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod* 1997;23(1):43-8.
15. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of porcine muscle tissue. *J Endod* 1988;14(3):125-7.
16. Zehnder M, Grawehr M, Hasselgren G, Waltimo T. Tissue-dissolution capacity and dentin-disinfecting potential of calcium hydroxide mixed with irrigating solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96(5):608-13.
17. Cunningham W, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;53(5):527-31.
18. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987;13(10):490-9.
19. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod* 1987;13(3):93-101.
20. 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(9):669-71.
21. Berutti E, Marini R. A scanning electron microscopic evaluation of the debridement capability of sodium hypochlorite at different temperatures. *J Endod* 1996;22(9):467-70.
22. Yoshida T, Shibata T, Shinohara T, Gomyo S, Sekine I. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant. *J Endod* 1995;21(12):592-3.
23. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endod* 1988;14(11):554-9.
24. Heard F, Walton RE. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J* 1997;30(5):323-31.
25. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod* 2003;29(9):562-4.
26. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 2002;35(7):582-9.
27. Kalaycı A, Aslan B, Zaimoğlu L. [A study comparing the retreatment efficacy of calcium hydroxide-based root canal sealers]. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci* 1997;3(2):84-8.
28. Jensen SA, Walker TL, Hunter 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(11):735-8.
29. van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2005;38(9):593-6.