

ULTRASONİK İRRİGASYON SIRASINDA KANAL İÇİ VE KÖK YÜZEYİNDE ORTAYA ÇIKAN SICAKLIK DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Murat Türkün¹ Şebnem Türkün¹

Yayın kuruluna teslim tarihi : 13.5.1996

Yayına kabul tarihi : 5.8.1996

Özet

İrrigantın ultrasonik titreşimlerle enrijilendirilmesinin endosonik eğenin temizleyici etkisini arttıran çok sayıda fiziksel etkiler yarattığı bilinmektedir. Bunlar arasında başlıcaları kavitasyon, akustik akımlar ve ısı artışıdır. Sodyum hypokloritin ultrasonik aktivasyonunun solüsyonu ısıttığı, bunun da solüsyonun doku çözücü ve antibakteriyel etkisini artırarak bir avantaj oluşturduğu iddia edilmektedir. Buna karşın, aşırı bir ısı artışının periyodontal dokular üzerinde zararlı olacağı açıktır. Bu çalışmada, sodyum hipoklorit kullanılarak yapılan ultrasonik kanal irrigasyonu sırasında kanal içinde ve kök yüzeyinde oluşan ısı değişimleri kromel alumel termo çift vasıtasıyla ölçülmüştür. Ultrasonik irrigasyon tekniği olarak devamlı ve aralıklı irrigant akışının sağlandığı teknikler kullanılmıştır. Devamlı irrigant akışım hem kanal içinde hem de kök yüzeyinde sıcaklık düşüşüne sebep olurken, aralıklı irrigant akışının sağlandığı teknikte sıcaklığın kanal içinde 42°C'ye, kök yüzeyinde 41°C ye kadar yükseldiği saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Ultrasonik irrigasyon, sıcaklık değişimi.

GİRİŞ

Ultrasoniklerin endodonti pratiğindeki ilk kullanımı 1957'de Richman tarafından tarif edilmiştir (32). Martin ve Cunningham (28) kanal preparasyonunda, birlikte kullanıldıklarında, sodyum hipoklorit ve ultrasonik titreşimler arasında sinerjik bir ilişki olduğunu iddia etmişlerdir. Birçok araştırmacı da, bu preparasyon tekniği ile, debris ve smear tabakasından arınmış, temiz kanal duvarları elde ettiklerini bildirmişlerdir (4,15-17,26-28,36). Bu konuda aksi görüşler de mevcuttur (5-31). Ahmad ve ark (2-3), ultrasoniklerle yapılan kanal genişletmelerinde, eğenin kanal duvarları-

INVESTIGATION OF THE THERMAL CHANGES OCCURED ON THE ROOT SURFACE AND IN THE ROOT CANAL DURING ULTRASONIC CANAL IRRIGATION

Abstract

The ultrasonic energizing of the irrigant was known to have created numerous physical effects that aid the debriding action of the endosonic file. Primary among these are cavitation, heating and acoustic streaming. It has been claimed that ultrasonic activation of sodium hypochlorite warms the solution, an action that is advantageous since it has been shown that warming this irrigant will improve its tissue-dissolving and antibacterial activities. Furthermore, it is obvious that excessive heating of the irrigant could have deleterious effects on the periodontal tissues. In this study, temperature changes inside the root canal and at the external root surface were measured by chromel versus alumel thermocouple during the ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. Continuous flow of irrigant and intermittent irrigant flush were tested as the ultrasonic irrigation methods. While continuous flow of irrigant caused both the internal and external temperature to fall, in the intermittent technique temperature increase was observed to be up to 42°C internally and 41°C externally.

Key words: Ultrasonic irrigation, thermal changes.

na temasının akustik akım oluşumunu önleyerek yeterli kanal temizliği sağlanmasını engellediğini bildirmişlerdir. Oysa araştırmacılar, sadece irrigasyon aşamasında kullanıldığında, ultrasoniklerin kanal duvarındaki debris ve smear materyalini etkili bir şekilde uzaklaştırdığını da göstermişlerdir. Konu hakkındaki literatür incelendiğinde, ultrasoniklerin yararlı etkilerinden söz eden araştırmacıların çoğunun, bu tekniği kanal genişletmeyi takiben sadece irrigasyon aşamasında kullandıkları ve işlem sırasında probun kanal çeperine temas ettirilmemesine özen gösterdikleri dikkat çekmektedir (2-4,8-10,12).

Ultrasonik sistemde, irrigatm ultrasonik aktivasyonu, kavitasyon, ısı artışı ve akustik akımlar yaratarak ultrasonik eğenin işlevini kolaylaştırır (28). Literatüre bakıldığında, ultrasonik temizlemede kavitasyon ve akustik akımların rolü detaylı olarak incelenmiştir (3,25,28,34,35). Fakat ortaya çıkan ısı artışlarının boyutları hakkındaki somut bilgiler oldukça yetersizdir. Cameron, (7) irrigant kullanılmadığı takdirde, ultrasonik eğede oluşacak ısı artışlarının yumuşak doku yanıklarına yol açabilecek kadar yüksek olduğuna dikkat çekmiştir. Mootcr ve Wessclck (29) ise, yaptıkları in vitro çalışmaya dayanarak, ısı artışının kanal içinde 70°C'ye kadar ulaşabileceğini belirtmişlerdir.

Isı artışının sodyum hipokloritin nekrotik doku çözücü ve antibakteriyel etkisini arttırdığı bilinmektedir (1,13,14,19,30). Ultrasonik kanal aletlerinin kullanımı sırasında, belli düzeydeki ısı artışının sodyum hipokloritin aktivitelerini olumlu yönde etkilerken, aşırı ısı artışı, diş ve çevre dokulara zararlı olabilir.

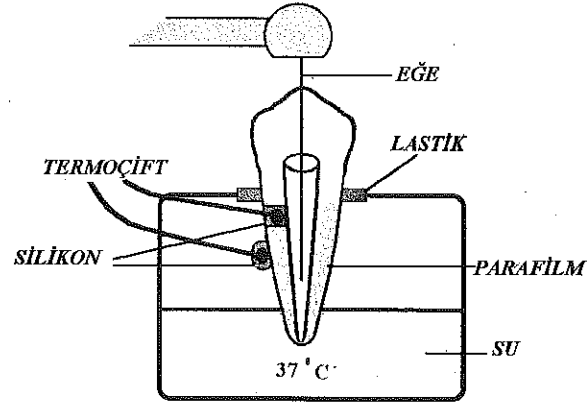
Bu çalışmanın amacı, endodonti pratiğinde kullanılan 2 ultrasonik irrigasyon tekniğinden, devamlı ve aralıklı sodyum hipoklorit akışı ile yapılan irrigasyon sırasında, kanal içinde ve kök yüzeyinde ortaya çıkması muhtemel sıcaklık değişimlerini incelemektedir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada 20 adet çürük, kırık, çatlak içermeyen tek kanallı ve düz köklü maksiller ve mandibuler kanin diş, kullanıldı. Dişlerin mümkün olduğunca yakın boyutlarda olanlarının seçilmesine özen gösterildi. Dişlerde mevcut diş taşı, kemik ve yüzeyel eklentiler temizlendikten sonra, giriş kavileri açılarak boyları tespit dildi. Kanallar 15 nolu K tipi eğeden başlayarak 60 nolu eğeye kadar standart teknikle genişletildi. Kanallar her bir eğenin ardından 2 ml serum fizyolojikle yıkandıktan sonra, her iki ultrasonik irrigasyon tekniğinde de 10'ar diş yer alacak şekilde tesadüfi olarak 2 gruba ayrıldı. İrrigant olarak %0.5'lik sodyum hipoklorit kullanıldı.

Deneylerin vücut ısısında gerçekleştirilebilmesi için 37°C'ye ayarlanmış termostatlı ısı kabı kullanıldı. Termostatlı ısı kabının paslanmaz çelik kapağının ortasında 4 cm çapında bir delik açıldı. Bu delik, lastik materyelle dolduruldu ve lastiğin ortasında dişin sıkıca adapte edilebileceği ikinci bir küçük delik açıldı ve deney sırasında kullanılacak diş buraya yerleştirildi (Şekil 1).

Şekil 1. Deney düzeneğindeki dişin şematik görünümü



TERMOSTATLI ISI KABİ

Sıcaklık ölçümleri: Kanal genişletmesi tamamlanmış diş, termostatlı ısı kabına yerleştirildi. Sıcaklık ölçümleri Phywc 7023 sıcaklık ve nem ölçer ile kalibre edilmiş olan dijital termometre (Fluke, 51 K/J, Washington, ABD) ile yapıldı. Termometrenin kromel-alumel termociftleri, kök yüzeyinden yapılacak ölçümde kök yüzeyine; kanal içinden yapılacak ölçümde ise kök orta üçlüsünde, kanalı açığa çıkaracak şekilde tungsten karbid rond frezle hazırlanan 2 mm çapındaki kaviteye yerleştirildi. Kök yüzeyinde, termociftin tatbik edileceği alana ve kök kanalına açılan kaviteye silikon ısı transfer bileşiği (Sista Henkel, İstanbul, Türkiye) ve termociftler yerleştirildi. Kısa sürede sabitlenen termociftler ve kök yüzeyi bir tabaka parafilmle (American National Can, Greenwich, ABD) kaplanarak, sistemin dış ortam ısısından etkilenmesi önlenmiş oldu.

İrrigasyon öncesi, kanal içi ve kök yüzeyi sıcaklığının 37°C'de sabit kaldığından emin olunduktan sonra, irrigasyon işlemine ve sıcaklık ölçümlerine başlandı.

0. sn'de 37°C olan sıcaklıktaki değişimler, her beş saniyede termometreden okunarak kaydedildi. Ultrasonik irrigasyon için en çok kabul gören süre 3 dk olduğu için sıcaklık ölçümlerine 180.saniyeye kadar devam edildi (8,11). Her bir dişin önce kök yüzeyindeki, daha sonra kanal içindeki sıcaklık ölçümleri yapıldı.

Devamlı irrigant akışı ile yapılan ultrasonik kanal irrigasyonu:

İrrigasyon sırasında, solusyonun apikal forameninden çıkmasını engellemek için kök ucu parafilmle sıkıca kapatıldı. Ultrasonik enerji kaynağı

olarak, Cavi-Endo ultrasonik ünitten (Dentsply International, York, Pa., ABD) yararlanıldı. Titreşimlerin kanal içine iletilmesinde en ince E/S kanal eğesi kullanıldı. Eğe apikalden 3-4 mm yukarıda ve kanal duvarına temas etmeyecek şekilde kanala sokuldu. İrrigant akışı dakikada 25 ml'ye ayarlandıktan sonra hız düğmesi maksimuma getirildi. Eğe hafifçe yukarı aşağı hareket ettirilerek %0.5'lik sodyum hipoklorit ile kanal 3 dk boyunca yıkandı. Bu işlem sırasında, üniten irrigant rezervuarındaki solüsyonun ve ortamın sıcaklığı 23°C idi.

Aralıklı irrigant akışı ile yapılan ultrasonik kanal irrigasyonu:

Bu teknikte, 10 ml %0.5 lik sodyum hipoklorit solüsyonu kanala 0., 60. ve 120. saniyelerde, ucunda 27 gauge luk kanül bulunan dental enjektörle verildi. Kullanılan sodyum hipokloritin sıcaklığı 23°C idi. Eğe kanala bir önceki teknikte tarif edildiği şekilde yerleştirilerek her bir yıkama sonunda kanal içinde kalan solüsyon 60 sn boyunca, ultrasonik aktivasyona tabii tutuldu. Böylece her bir kanal toplam 3 dk. süre ile ultrasonik irrigasyona tabii tutulmuş oldu. Bu teknikte irrigasyon işlemi boyunca üniten rezervuarındaki solüsyonun akışına izin verilmedi.

İstatistiksel değerlendirme:

Her iki ultrasonik irrigasyon tekniğinde de, her bir diş için kök yüzeyi ve kanal içinde okunan sıcaklık değerleri Ege Üniversitesi Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezindeki Minitab istatistik paket programından yararlanılarak Wilcoxon testi ile değerlendirildi.

BULGULAR

Bu çalışmada, her iki teknik için kök yüzeyinde ve kanal içinden ölçülen sıcaklıklara ait ortalama ve standart sapma değerleri tablo 1 ve 2'de görülmektedir. Beş saniye ara ile okunan sıcaklıklar çok yakın değerlerin tekrarına sebep olduğu için, tablolarda ölçümlere ait değerler 15'cr saniye ara ile verilmiştir.

Devamlı irrigant akışı ile yapılan ultrasonik irrigasyonda, gerek kök yüzeyi, ve gerekse kanal içinde 0. sn dışındaki tüm ölçümlerde, sıcaklığın düştüğü gözlemlendi. Saptanan sıcaklık düşüşleri istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

Aralıklı irrigant akışı ile yapılan ultrasonik irrigasyonda ise, kanalın 0,60 ve 120. sn'lerde yıkandı-

Tablo 1. Devamlı irrigant akışı ile yapılan ultrasonik kanal irrigasyonu sonucunda kök yüzeyinde ve kanal içinde ölçülen sıcaklık değerleri

ZAMAN (Sn)	ÖLÇÜLEN ISI DEĞERİ °C			
	KÖK YÜZEYİ		KANAL İÇİ	
	\bar{X}	\pm SD	\bar{X}	\pm SD
0'	37.00	0	37.00	0
15'	36.06	0.35	34.46	1.27
30'	36.00	0.26	34.08	1.52
45'	36.00	0.32	33.48	1.40
60'	35.61	0.44	33.05	1.38
75'	35.58	0.48	32.78	1.40
90'	34.60	0.84	32.36	1.42
105'	34.40	0.75	32.10	1.42
120'	34.30	0.68	31.83	1.43
135'	34.25	0.75	31.63	1.33
150'	34.20	0.72	31.56	1.29
165'	33.40	1.41	31.26	0.92
180'	33.05	0.96	30.98	0.67

Tablo 2. Aralıklı İrrigant Akışı ile Yapılan Ultrasonik Kanal Irrigasyonu Sonucunda Kök Yüzeyinde ve Kanal İçinde Ölçülen Sıcaklık Değerleri

ZAMAN (Sn)	ÖLÇÜLEN ISI DEĞERİ °C			
	KÖK YÜZEYİ		KANAL İÇİ	
	\bar{X}	\pm SD	\bar{X}	\pm SD
0'	37.00	0	37.00	0
15'	34.60	0.61	34.61	0.91
30'	35.91	0.99	36.40	1.46
45'	38.00	0.33	37.96	1.23
60'	38.76	0.38	38.81	0.75
75'	35.31	0.67	34.80	1.03
90'	35.98	1.15	36.58	0.68
105'	37.00	0.68	37.78	0.58
120'	38.50	1.41	39.86	0.53
135'	36.51	1.30	35.30	0.46
150'	37.20	1.18	37.13	1.68
165'	39.00	1.65	40.51	1.51
180'	40.50	1.20	41.60	0.66

masını takiben, kök yüzeyi ve kanal içinde bir miktar sıcaklık azalması tesbit edildi. Fakat düşüş ultrasonik titreşimlerin etkisiyle bir süre sonra yerini sıcaklık artışlarına bıraktı. İstatistiksel değerlendirmede gerek ilk saniyelerde gözlenen sıcaklık düşüşleri, gerekse bunu takip eden sıcaklık artışları anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

TARTIŞMA

Cunningham ve Balekjian (13) ısıyı 21°C'den 37'ye yükseltülen NaOCl'in nekrotik doku çözücü etkisinin önemli bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Abou-Rass ve Oglesby (1)'da, solüsyonun nekrotik doku çözücü etkinin 140°F (60°C)'de maksimal düzeye çıktığını göstermişlerdir. Benzer çalışmalarında, Nakamura ve ark. (30)'da bu sonuçları destekler nitelikte bulgular elde etmişlerdir. Sodyum hipoklorit'in antibakteriyel etkisinin de, solüsyon ısısındaki artışla doğru orantılı olarak arttığı bir çok çalışmada ispatlanmıştır (14-19).

Solüsyon ısısını arttırmak için, direkt olarak ısıtmanın yanında, elektrosterilizasyondan ve ısıtılmış kanal aletlerinden de yararlanılabileceği bildirilmiştir (1). Richman (32), ultrasonik bir ünit kullanarak, ısı artışının sağlanabileceğini öne sürmüştür.

Ewen (20), ultrasonik titreşimler sırasında, irrigant içinde oluşan kaviteasyona, hava kabarcıklarını çevresinde ortaya çıkan lokalize fakat şiddetli ısı artışlarının eşlik ettiğini, fakat hava kabarcıklarının tüm sıvıya oranla çok daha küçük bir hacim kapladığı için ısı artışının sıvının tümünü etkilemeyeceğini iddia etmiştir.

Çalışmamızda irrigantın kanala aralıklı olarak verildiği ultrasonik irrigasyon tekniğinde, gerek kanal içinde ve gerekse kök yüzeyinde, belirgin bir sıcaklık saptanmakla birlikte, bu artış Moorer ve Wessclink'in (29) iddia ettiği 70°C'lik değere göre oldukça düşüktür. Araştırmacıların çalışmalarında, dental pratikte kullanılandan çok daha güçlü bir ultrasonik ünit kullanmaları ve diş ortamı yerine, deney tüpleri içinde çalışmalarını, bu denli yüksek değer elde etmelerine neden olmuştur.

Aralıklı irrigant akışı ile yapılan irrigasyonda, kanal içinde 41.60°C'ye ulaşan ısının, irrigantın gerek nekrotik doku çözme ve gerekse antibakteriyel etkilerini artırma bakımından yararlı olacağı, oysa kök yüzeyinde saptanan 40.50°C'lik ısının periyodontal dokular üzerine herhangi bir zararlı etkisi olamayacağı söylenebilir.

Devamlı irrigant akışı sağlanarak yapılan ultrasonik irrigasyonda, kanal içinde ve kök yüzeyinde ısının artmadığı, aksine vücut ısısının dahi altına düştüğü (kök yüzeyinde 33.22°C, kanal içinde 30.98°C) saptanmıştır. Bu teknikte, solüsyonun yenilenme sürati (25 ml/dk) ultrasonik titreşimlerin solüsyonu ısıtmasına müsaade etmeyecek kadar hızlıdır. Oysa diğer teknikte, kanal içindeki solüsyonun, yenilenmekzisin 60 sn boyunca ultrasonik aktivasyona tabii tutulması küçük hacimdeki bu sıvının daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır.

Diş hekimliğinde kullanılan ultrasonik ünitler ultrasonik enerjiyi ya manyetik etkili metal levhalardan oluşan bir çubuk ya da bir piezo kristali yardımı ile meydana getirirler. Bu çalışmada, manyetik etkili metal çubuğa sahip Cavi-Endo cihazının kullanımıyla ortaya çıkan sıcaklık değişimleri piezo kristalli sisteme sahip ünitte çalışma yapan Cameron'un (11) elde ettiği değerlere oldukça yakın bulunmuştur.

Sonuç olarak, ultrasonik kanal temizlemede kaviteasyon ve akustik akımlarla birlikte etkili faktör olarak sayılan ısı artışının sadece irrigantın kanala aralıklı olarak verildiği irrigasyon tekniğinde ortaya çıktığı söylenebilir. Devamlı irrigant akışı ile yapılan ultrasonik irrigasyonun yüksek hacimde ve devamlı tazelenen solüsyon kullanımına olanak tanınması, günümüzde daha çok tercih edilmesini sağlamıştır. Oysa bu teknikte ısı artışı etkili faktörler arasında sayılmaz.

KAYNAKLAR

1. Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature, concentration and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J Endodon* 1982; 7:376-7.
2. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanisms involved. *J Endodon* 1987; 13:93-101.
3. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: An acoustic streaming and its possible role. *J Endodon* 1987; 13:490-9.
4. Alaçam T. Scanning electron microscope study comparing the efficacy of endodontic irrigating systems. *Int Endod J* 1987; 20:287-94.
5. Baker MC, Ashrafi SH, van Cura JE, Remeikis NA. Ultrasonic compared with hand instrumentation: a scanning electron microscope study. *J Endodon* 1988; 14:435-40.
6. Baumgartner JC, Cuncin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endodon* 1992; 18:605-12.
7. Cameron JA. The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. *J Endodon* 1982; 8:472-4.
8. Cameron JA. The use of ultrasonics in the removal of smear layer: a scanning electron microscope study. *J Endodon* 1983; 9:289-92.

9. Cameron JA. The use of sodium hypochlorite activated by ultrasound for the debridement of infected immature root canals. *J Endodon* 1986; **12**:550-4.
10. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endodon* 1987; **13**:541-5.
11. Cameron JA. The effect of ultrasonic endodontics on the temperature of the root canal wall. *J Endodon* 1988; **14**: 554-9.
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. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980; **49**:175-7.
14. Cunningham WT, Joseph S. Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980; **50**:569-73.
15. Cunningham WT, Martin H, Forrest WR. Evaluation of root canal debridement by the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg* 1982; **53**:401-4.
16. Cunningham WT, Martin H. A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with the endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg* 1982; **53**:527-31.
17. Cunningham WT, Martin H, Pellet GB, Stoops DE. A comparison of antimicrobial effectiveness of endosonic and hand root canal therapy. *Oral Surg* 1982; **54**:238-41.
18. Cymerman JJ, Jerome LA, Moodnik RM. A scanning electron microscope study comparing the efficacy of hand instrumentation with ultrasonic instrumentation of the root canal. *J Endodon* 1983; **9**:327-31.
19. Dyedala GR. Chlorine and chlorine compounds. Disinfection, sterilization and preservation. 3rd ed. Philadelphia: *Len & Febiger*, 1983: 152.
20. Ewen SJ. Ultrasonic therapy in periodontics. Springfield, IL: Charles C Thomas, 1968: 12-32.
21. Goldberg F, Soares I, Massone FJ, Soares IM. Comparative debridement study between hand and sonic instrumentation of the root canal. *Endod Dent Traumatol* 1988; **4**:229-34.
22. Goodman A, Reader A, Beck M et al. An in vitro comparison of the efficacy of the step back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endodon* 1985; **11**:249-56.
23. Griffiths BM, Stock CJR. The efficiency of irrigants in removing root canal debris when used with an ultrasonic preparation technique. *Int Endodon J* 1986; **19**:277-84.
24. Lev R, Reader A, Beck M, Meyers W. An in vitro comparison of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique for 1 and 3 minutes. *J Endodon* 1987; **13**:523-530.
25. Lumley PJ, Walmsley AD, Iaria WRE. Ultrasonic instruments in dentistry. 2. Endosonics. *Dental Update* 1988; **15**:362-9.
26. Martih H. Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surg* 1976; **42**:92-9.
27. Martih H, Cunningham WT, Norris JP, Cotton WR. Ultrasonic versus hand filling of dentin: a quantitative study. *Oral Surg* 1980; **49**:79-81.
28. Martih H, Cunningham WT. "Endosonic endodontics" the ultrasonic synergistic system, Techniques in clinical endodontics. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 1983: 316.
29. Moorcr WR, Wessclink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int J Endod* 1982; **15**:187-96.
30. Nakamura H, Katsuhisa A, Hidetoshi F et al. The solvent action of sodium hypochlorite on bovine tendon collagen, bovine pulp and bovine gingiva. *Oral Surg* 1985; **60**:322-6.
31. Önal B, Dalat D. Farklı irrigasyon solüsyonlarının ultrasonikle genişletilmiş kök kanallarındaki etkilerinin SEM ile değerlendirilmesi. *AÜ Diş Hek. Fak. Derg* 1992; **19**:215-9.
32. Richman MJ. The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *J Dent Med* 1957; **12**(1):12-8.
33. Stamos DE, Sadeghi EM, Haasch GC, Gerstein H. An in vitro comparison study to quantitate the debridement ability of hand, sonic and ultrasonic instrumentation. *J Endodon* 1987; **13**:434-40.
34. Walmsley AD. Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation. *Int Endod J* 1987; **20**:105-11.
35. Williams AR, Slade JS. Ultrasonic dispersal of aggregates of *sarcina lutea*. *Ultrasonics* 1971; **9**:85-7.
36. Yamaguchi M, Matsumori M, Ishikawa H, et al. The use of ultrasonic instrumentation in the cleansing and enlargement of the root canal. *Oral Surg* 1988; **65**:349-53.

Yazışma adresi

Araş. Gör. Murat Türkün
E.Ü Diş Hekimliği Fakültesi
Diş Hastalıkları ve Tedavisi Anabdim Dalı
Bornova / İZMİR