

Kök Kanal Dentinin Mikrosertliğine Çeşitli Gütaperka Çözücülerinin Etkisi

The Effect of Various Gutta-percha Solvents on Root Canal Dentin Microhardness

Mehmet Burak GÜNEŞER,^a
Dilara ARSLAN,^a
Asiye Nur DİNÇER^a

^aEndodonti AD,
Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi,
İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 30.11.2015
Kabul Tarihi/Accepted: 11.05.2016

*Bu çalışma Dünya Dişhekimleri Birliği (FDI)
2015 Dünya Dişhekimliği Kongresi,
(22-25 Eylül 2015, Bangkok, Tayland)'nde
sözlü olarak sunulmuştur.*

Yazışma Adresi/Correspondence:
Mehmet Burak GÜNEŞER
Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti AD,
İstanbul
TÜRKİYE/ TURKEY
bguneser@hotmail.com

ÖZET Amaç: Bu in vitro çalışmanın amacı; çeşitli gütaperka çözücülerinin insan kök kanal dentini mikrosertliğine olan etkisini değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Otuz adet kronları uzaklaştırılmış çürüksüz üst çene kesici insan dişi dikey olarak ikiye ayrıldı ve elde edilen 60 örnek akrilik rezin bloklara gömülerek silikon karbür zımpara kâğıtları ile zımpara ve polisajları yapıldı. Örnekler rastgele dört deney grubuna (n=15) ayrıldı: Grup 1: Portakal yağı; Grup 2: Okaliptüs yağı; Grup 3: Kloroform ve Grup 4 (Kontrol grubu): Distile su. Deney solüsyonları ile 5 dakika temasın ardından dentin örnekleri distile su ile yıkandı ve kurulandı. Örneklerin kök kanalının tam orta seviyesi ve lümenin 300 µm uzağındaki dentin yüzeyine Vicker's mikrosertlik testi uygulandı. Her bir örneğin solüsyonlarla temasından önce ve sonrasında ölçülen Vicker's mikrosertlik değerleri kaydedildi. Gruplar arası karşılaştırmada tek yönlü varyans analizi, farklılığa neden olan grubun tespitinde Tukey HSD testi kullanıldı. Grup içi karşılaştırmalarda ise paired sample t-testi kullanıldı. Anlamlılık p<0,05 düzeyinde değerlendirildi. **Bulgular:** Kloroform ve okaliptüs yağında bekletilen kök dentininden elde edilen mikrosertlik değerleri ile bu solüsyonlarla temasından önce elde edilen değerler karşılaştırıldığında dentinin mikrosertliğinde önemli bir düşüş olduğu gözlemlendi. (p<0,05). Ayrıca gruplar istatistiksel olarak karşılaştırıldığında kloroform ve okaliptüs yağının portakal yağı ve distile suya göre kök dentini mikrosertliğini önemli ölçüde azalttığı bulundu (p<0,05). Öte yandan portakal yağı distile su ile karşılaştırıldığında dentin mikrosertliğini değiştirildiği görüldü (p>0,05). **Sonuç:** Bu in vitro çalışmanın sınırları dâhilinde, portakal yağının kloroform ve okaliptüs yağları ile karşılaştırıldığında dentin mikrosertliğini olumsuz etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dentin; kloroform; portakal yağı

ABSTRACT Objective: The aim of this in vitro study was to evaluate the effect of various gutta-percha solvents on the microhardness of human root canal dentin. **Material and Methods:** Thirty decoronated human maxillary incisor teeth were sectioned vertically to get 60 specimens that were embedded in acrylic resin and polished with silicon carbide abrasive papers. The specimens were randomly divided into four test groups (n=15) as follows: Group 1: Orange oil; Group 2: Eucalyptus oil; Group 3: Chloroform and Group 4: Distilled water as a control group. After treatment with test solutions for 5 min, the specimens were rinsed with distilled water, dried and subjected to the Vicker's microhardness test at 300 µm from the midroot level of the canal lumen. Pretreatment and post treatment Vicker's microhardness values for each specimen were recorded. Comparisons between experimental groups were performed by using one-way analysis of variance, followed by Tukey HSD test (p=0.05). Differences between pretreatment and posttreatment microhardness for each specimen were statistically analyzed by using the paired sample t-test with a p value of 0.05. **Results:** The treatment with chloroform and eucalyptus oil significantly decreased the microhardness of root dentin compared with pretreatment values (p<0.05). The chloroform and eucalyptus oil groups significantly decreased the microhardness of root dentin when compared with orange oil and distilled water (p<0.05). However, orange oil did not alter microhardness when compared with the use of distilled water (p>0.05). **Conclusion:** Within the limitations of this study, it was concluded that orange oil did not adversely affect dentin microhardness in comparison with chloroform and eucalyptus oil.

Key Words: Dentin; chloroform; orange oil

doi: 10.5336/dentalsci.2015-48811

Copyright © 2016 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Dental Sci 2016;22(2):110-4

Kök kanal tedavisinin başarısı kök kanal sisteminin tümüyle temizlenmesi, şekillendirilmesi ve doldurulmasına bağlıdır. Aksi takdirde kök kanal sistemindeki inatçı mikroorganizmalar çoğalarak kök kanal tedavisinin başarısızlığına yol açmaktadır.¹ Endodontik tedavinin başarısızlığı sonrası periapikal dokuların yeniden sağlığına kavuşması amacıyla yapılan ilk tedavi girişimi cerrahi olmayan kök kanal tedavisi yenilenmesidir.²

Kök kanal sistemindeki anatomik düzensizlikler ve dentin tübüllerinden tüm kök kanal dolgu materyallerinin uzaklaştırılması kök kanal tedavisinin yenilenmesi işlemlerinde önemli bir rol oynamaktadır.³ Böylelikle kemomekanik prepa rasyonun ve antimikrobiyal kanal içi ilaç kullanımının kök kanal sisteminin tümünde etkili olabilmesi ve kanal içi mikrobiyal topluluğun ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır.^{3,4}

Kök kanalı içerisindeki güta-perka ve kanal dolgu patlarının yumuşatılması ve çözünmesini sağlamak için çeşitli güta-perka çözücülerini kullanılmaktadır.^{5,6} Kloroform diğer çözücülere kıyasla kök kanalından güta-perkayı daha hızlı ve etkili uzaklaştırabilmektedir.^{6,7} Kloroformun klinik etkinliği her ne kadar kanıtlanmış olsa da karsinojenik özellikleri ve dokularda yol açtığı güçlü toksik etkiler nedeni ile kök kanal tedavisinin yenilenmesi işlemlerinde kloroform kullanımı günümüzde hâlâ bir tartışma konusudur.⁸⁻¹⁰ Öte yandan okaliptüs yağı ve portakal yağı gibi esansiyel yağların güta-perkanın çözünmesinde oldukça etkili olduğu ileri sürülmüştür.^{11,12} Üstelik portakal yağının kloroform ve okaliptüs yağına göre daha biyouyumlu olduğu bilinmektedir.¹³

Kök kanal tedavisinin yenilenmesi işlemleri sırasında çözücülerin radiküler ve koronal dentine temasının dentin yüzeyinin kimyasal içeriğinde değişikliklere yol açabileceği ve bu değişikliğin kök kanalı dolgu maddeleri ve koronal restorasyonda kullanılan dolgu maddelerinin dentine bağlantısını olumsuz etkileyebileceği ortaya konmuştur; ancak güta-perka çözücülerinin kök kanal dentini mikrosertliğine olan etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.^{2,14-18} Bu nedenle bu çalış-

manın amacı; kloroform, okaliptüs yağı ve portakal yağının insan dişi kök kanal dentini mikrosertliğine olan etkisini in vitro olarak değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma için Bezmîâlem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay ve hastalardan bilgilendirilmiş olur alındı. Çalışmada 30 adet periodontal nedenlerle çekilmiş çürüksüz üst çene kesici insan dişi kullanıldı. Çekilen dişler çalışmada kullanılıncaya kadar serum fizyolojik solüsyonunda 37°C'de etüvde bekletildi. Dişler çalışmaya dâhil edilmeden önce bir stereo mikroskop yardımıyla çatlak veya hipoplastik bir defekt varlığı açısından incelendi. Dişleri çevreleyen yumuşak doku ve debrisin temizlenmesinin ardından su soğutması altında yüksek devirli elmas fissür frez yardımıyla dişlerin kronları mine-sement sınırı hizasından uzaklaştırıldı. Ardından kökler düşük devirde bir elmas separe yardımıyla meziodistal yönde bukkal ve lingual olmak üzere iki parçaya ayrıldı. Kök yüzeyleri açıkta kalacak şekilde ikiye ayrılan her bir yarım kök örneği otopolimerizan akrilik rezin bloklara gömülerek toplam 60 adet örnek elde edildi. Mikrosertlik ölçümü için dairesel taşlama makinası kullanılarak sırasıyla 400, 800 ve 1200 grit silikon karbür zımpara kâğıtları ile su soğutması altında örneklerin kök yüzeylerine zımpara ve polisaj yapıldı. Böylece kök yüzeylerindeki düzensizlikler ve çıkıntılar uzaklaştırılmış oldu.

Örnekler rastgele üç deney grubuna ve bir kontrol grubuna (her grup için onbeşer örnek) ayrıldı:

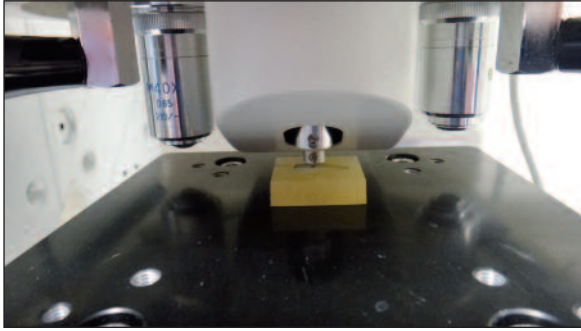
Grup 1: Portakal yağı,

Grup 2: Okaliptüs yağı,

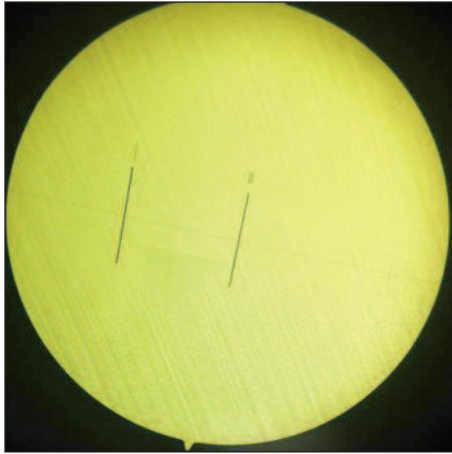
Grup 3: Kloroform,,

Kontrol grubu: Distile su.

Mikrosertlik ölçüm cihazında (Shimadzu, Kyoto, Japonya) bulunan tepe açılı elmas piramit şeklindeki Vickers sertlik ölçüm ucu, kökün orta üçlüsü bölgesinde kanal lümeninden 0,5 mm uzağına 300 g kuvvetle 20 sn uygulandı (Resim 1). Yüzeyde oluşan piramit izin köşegenleri stereo mikroskop altında ×35 büyütmede ölçüldü (Resim 2).



RESİM 1: Akrilik rezin bloğa gömülü kök dentini yüzeyine kuvvet uygulamakta olan Vickers sertlik ölçüm ucu ile mikrosertlik ölçüm işlemi.



RESİM 2: Vickers sertlik ölçüm ucunun dentin yüzeyine uygulanmasının ardından yüzeyde oluşan piramit izin örnek mikroskopik görüntüsü.

Aynı işlem örnek başına üç kez tekrarlanarak ortalaması alındı. Elde edilen ölçüm değerlerinin ortalaması o örneğin başlangıç yüzey sertlik değeri olarak kaydedildi.

Dental enjektöre çekilen 0,5 mL deney solüsyonu yalnızca kök kanalına temas edecek şekilde

örnek yüzeyine damlatılarak solüsyonun toplam beş dakika boyunca örnekle teması sağlandı. Ardından kök yüzeylerinden solüsyonların uzaklaştırılması amacıyla örnekler distile su ile yıkandı ve yumuşak absorban kâğıtlarla kurulandı. Örneklerin solüsyonlarla temasından sonraki yüzey sertlik ölçümleri kök kanalı lümeninin karşıt tarafında ve lümenin 0,5 mm uzağından Vickers elmas ucu ile aynı yük ve süreyle uygulandı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmada elde edilen bulguların istatistiksel analizi için IBM SPSS Statistics 22 (IBM SPSS, Türkiye) programı kullanıldı. Çalışma verileri değerlendirilirken, parametrelerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilks testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve farklılığa neden olan grubun tespitinde Tukey HSD testi kullanıldı. Grup içi karşılaştırmalarında ise paired sample t-testi kullanıldı. Anlamlılık $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirildi.

BULGULAR

Vickers mikrosertlik ölçümü sonucunda kök kanalı dentini örneklerinden elde edilen veriler Tablo 1'de görülmektedir (Tablo 1). Gruplar arasında ilk ölçüme göre son mikrosertlik ölçüm ortalamalarında görülen değişim miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p; 0,015$; $p < 0,05$). Farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda; kloroform grubunda ilk ölçüme göre son mikrosertlik ölçüm ortalamasında görülen düşüş portakal yağı ($p; 0,025$) ve distile su ($p; 0,025$) gruplarından anlamlı şekilde yüksek bu-

TABLO 1: Mikrosertlik ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası değerlendirilmesi.

Mikrosertlik	Portakal yağı	Okaliptüs yağı	Kloroform	Distile su	p
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
İlk	46,97±5,8	49,3±4,94	51,51±5,75	47,83±6,27	0,320
Son	45,4±5,7	45,4±4,59	41,2±9,92	46,31±4,37	0,314
Fark	-1,57±4,78	-3,9±4,73	-10,31±9,98	-1,52±5,22	0,015***
p	0,326	0,028*	0,011***	0,381	

Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) **Paired Sample t Test * $p < 0,05$.

lunmuştur ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında ilk ölçüme göre son mikrosertlik ölçüm ortalamalarında görülen değişim miktarları açısından anlamlı bir farklılık bulundu ($p>0,05$).

Portakal yağı grubunda: ilk ve son mikrosertlik ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Okaliptüs yağı grubunda: ilk ölçüme göre son mikrosertlik ölçüm ortalamasında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p;0,028$; $p<0,05$).

Kloroform grubunda: ilk ölçüme göre son mikrosertlik ölçüm ortalamasında görülen düşüş istatistiksel olarak anlamlıdır ($p;0,011$; $p<0,05$).

Distile su grubunda: ilk ve son mikrosertlik ölçüm ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

TARTIŞMA

Mikrosertlik testi, bir yüzeyin mekanik karakteristik özelliklerini ortaya koyan basit ve invaziv olmayan bir tekniktir. Mikrosertlik değerleri dişin sert dokularında mineral birikimi veya kaybının indirekt bir göstergesi olabilir.¹⁹ Üstelik mikrosertlik değerleri ile dişin mineral içeriği arasında pozitif bir ilişki bulunduğu ortaya konmuştur.²⁰ Daha önce yapılan çalışmalar da, kimyasallara maruz kalan sert dokulardaki değişikliklerin değerlendirilmesinde Vickers testinin uygunluğu gösterilmiştir.^{15,17,18} Diğer mikrosertlik ölçüm teknikleri ile karşılaştırıldığında Vickers testinin yüzey koşullarına karşı daha az hassas ve eşit yükler uygulanarak yapılan kontrollerde ölçüm hatalarının oldukça düşük olduğu bilinmektedir.²¹ Bu nedenle çalışmamızda çeşitli çözücülere maruz kalan dentin dokusunun mikrosertliğindeki değişiklikleri ölçmek için Vickers testi tercih edilmiştir.

Kanal tedavisi yapılmış kök kanal sistemi içinde esas kanal dolgu materyali güta-perka ve kalan boşlukları doldurmak için kullanılan kök kanalı patlarıdır.⁴ Güta perka ısı, eğeler, lazer, ultrasonikler, döner sistemler ve çözücüler tarafından uzaklaştırılabilmektedir.^{22,23} Kök kanal tedavisinin yenilenmesinde kullanılan çözücülerin ise mümkün olduğunca fazla güta-perkayı çözmesi beklenmekte-

dir.² Güta-perka ve kanal dolgu patlarının çözünmesinde en etkili çözücüyu ve uygulama süresini belirlemek için pek çok laboratuvar çalışması yapılmıştır; ancak Khedmat ve ark.,ⁿ kloroforma alternatif olarak kullanımı tavsiye edilen okaliptüs yağı ve portakal yağının dentinin mikrosertliğine olan etkisini değerlendirdikleri çalışmaları dışında literatürde bir başka çalışma bulunmamaktadır.^{7,12,18,24}

Kloroform ve ksilenin insan dentininin mineral içeriğinde yol açtığı değişikliklerin değerlendirildiği bir çalışmada, bu solüsyonların kalsiyum ve fosfor seviyelerinde önemli bir değişikliğe yol açmadığı bulunmuştur.¹⁴ Çalışmamızın sonuçlarına göre ise kloroform dentin mikrosertliğinde yaklaşık %20 oranında bir kayba yol açmıştır. Benzer şekilde Rotstein ve ark., kloroforma maruz kalan dentin örneklerinde 5 dakikadan sonra dentin mikrosertliğinde düşüş olduğunu ileri sürmüşlerdir.¹⁵ Erdemir ve ark. ile Khedmat ve ark. ise çalışmalarında kloroforma 15 dakika maruz kalan dentin örneklerinin mikrosertliğinde önemli bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir.^{17,18} Çalışmalarda test edilen solüsyonların miktarı, dentinin maruz kalma süresi ve dentin üzerinde ölçüm yapılan alanın kök kanalından uzaklığı gibi etkenler çalışmaların bulguları arasındaki farklılığı açıklayabilir.¹⁸

Çalışmamızın bulgularına paralel olarak Topçuoğlu ve ark. kanal tedavisi yenileme işlemleri esnasında 5 dakika süreyle kloroforma maruz kalan dentine AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Almanya), Sealapex (Kerr, Romulus, MI, ABD) ve MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brezilya) kanal dolgu patlarının bağlantı dayanımının düştüğünü ancak portakal yağının dentine bağlantı dayanımında bir değişikliğe yol açmadığını ortaya koymuşlardır.² Buna sebep olarak ise kloroformun dentinin kimyasal yapısında yol açtığı değişikliklerin patların dentine bağlantı dayanımını etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Karataş ve ark. kloroform kullanımının kök kanallarının genişletilmesi esnasında kök kanal transportasyonunda önemli bir artışa yol açtığını; öte yandan okaliptüs yağı ve portakal yağının kanal transportasyonuna etkisinin çok fazla olmadığını ileri sürmüşlerdir.²⁵ Araştırmacılar, kloroformun dentinin mikrosertliğinde

düşüşe yol açması sonucu kök kanalı transportasyonunu artırdığını düşünmüşlerdir.²⁵

Kloroformun dentinin organik yapılarını etkileyerek interkristalin boşluklarda genişlemeye ve porözite artışına yol açtığı ve bu nedenle dokuda geçirgenlik artışıyla beraber mikrosertliğinde bir düşüş gözlemlendiği düşünülmektedir.¹⁵ Daha önce yapılan bir çalışmada ise okaliptüs yağı ve portakal yağının kök dentin yüzeyinin histokimyasal içeriğinde bir değişikliğe yol açmadığı belirlenmiştir.⁵ Çalışmamızda portakal yağı ile 5 dakika temas eden dentin örneklerinin mikrosertliğinde önemli bir değişiklik olmadığı, okaliptüsün ise kloroform kadar yüksek olmasına da anlamlı bir kayba yol açtığı bulunmuştur. Bulgularımıza benzer şekilde Khedmat ve ark., portakal yağının dentin mikrosertliğine etkisinin olmadığını rapor etmişlerdir.¹⁸ Buna sebep olarak bu solüsyonun dentinin histokimyasal içeriğini ve organik yapısını önemli ölçüde etkilemediği ve yüzeyde porözite oluşumuna sebep olmayarak mikrosertlik değerlerinde bir kayba yol

açmadığı söylenebilir. Portakal yağının kloroform ve okaliptüs yağına kıyasla daha biyouyumlu olduğu ve güta-perkanın çözünmesinde en az bu solüsyonlar kadar etkili olduğu düşünülecek olursa çalışmamızın bulgularından yola çıkarak portakal yağının bu solüsyonlara iyi bir alternatif olabileceği ileri sürülebilir.^{11,12} Ancak kök kanal tedavisi yenileme işlemlerinde hangi çözücünün kullanılması gerektiğine dair kesin bir hükme varabilmek için ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmanın sınırları dâhilinde, kloroform ve okaliptüs yağının güta-perka çözücüleri olarak kök kanal dentiniyle teması dentinin mikrosertliğinde düşüşe yol açmıştır; öte yandan portakal yağının dentin mikrosertliğine olumsuz bir etkisi olmamıştır.

Teşekkür

Yazarlar Dr. Ebru Osmanoglu Akyol'a istatistiksel analizlerdeki katkılarından dolayı teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- 1- Siqueira JF Jr. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J* 2001;34(1):1-10.
- 2- Topcuoglu HS, Demirbuga S, Tuncay Ö, Arslan H, Kesim B, Yaşa B. The bond strength of endodontic sealers to root dentine exposed to different gutta-percha solvents. *Int Endod J* 2014;47(12):1100-6.
- 3- Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod* 1988;14(12):607-14.
- 4- Whitworth JM, Boursin EM. Dissolution of root canal sealer cements in volatile solvents. *Int Endod J* 2000;33(1):19-24.
- 5- Doğan H, Taşman F, Cehreli ZC. Effect of gutta-percha solvents at different temperatures on the calcium, phosphorus and magnesium levels of human root dentin. *J Oral Rehabil* 2001;28(8):792-6.
- 6- Kaplowitz GJ. Evaluation of gutta-percha solvents. *J Endod* 1990;16(11):539-40.
- 7- Schäfer E, Zandbiglari T. A comparison of the effectiveness of chloroform and eucalyptus oil in dissolving root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93(5):611-6.
- 8- Barbosa SV, Burkard DH, Spångberg LSW. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod* 1994;20(1):6-8.
- 9- Vajrabhaya LO, Suwannawong SK, Kamolroongwarakul R, Pewklieng L. Cytotoxicity evaluation of gutta-percha solvents: chloroform and GP-Solvent (limonene). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98(6):756-9.
- 10- International Agency for Research of Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. *Int Agency Res Cancer* 1987;(Suppl 7):152-4.
- 11- Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod* 1998;24(1):38-40.
- 12- Magalhaes BS, Johann JE, Lund RG, Martos J, Del Pino FA. Dissolving efficacy of some organic solvents on gutta-percha. *Braz Oral Res* 2007;21(4):303-7.
- 13- Zaccaro Scelza MF, Lima Oliveira LR, Carvalho FB, Côte-Real Faria S. In vitro evaluation of macrophage viability after incubation in orange oil, eucalyptol and chloroform. *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102(3):e24-7.
- 14- Kaufman D, Mor C, Stabholz A, Rotstein I. Effect of gutta-percha solvents on calcium and phosphorus levels of cut human dentin. *J Endod* 1997;23(10):614-5.
- 15- Rotstein I, Cohenca N, Teperovich E, Moshonov J, Mor C, Roman I, et al. Effect of chloroform, xylene, and halothane on enamel and dentin microhardness of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;87(3):366-8.
- 16- Moshonov J, Peretz B, Ben-Zvi K, Cohenca N, Rotstein I. Effect of gutta-percha solvents on surface microhardness of IRM fillings. *J Endod* 2000;26(3):142-3.
- 17- Erdemir A, Eldeniz AU, Belli S. Effect of the gutta-percha solvents on the microhardness and the roughness of human root dentine. *J Oral Rehabil* 2004;31(11):1145-8.
- 18- Khedmat S, Hashemi A, Dibaji F, Kharrazifard MJ. Effect of chloroform, eucalyptol and orange oil solvents on the microhardness of human root dentin. *J Dent (Tehran)* 2015;12(1):25-30.
- 19- Arends J, ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res* 1992;71 Spec No:924-8.
- 20- Panighi M, G'Sell C. Influence of calcium concentration on the dentin wettability by an adhesive. *J Biomed Mater Res* 1992;26(8):1081-9.
- 21- Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Silva RG, Vansan LP, Pécora JD. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod* 2011;37(3):358-62.
- 22- Carr GB. *Retreatment*. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the Pulp*. 7th ed. St Louis, MO, USA: Mosby; 1998. p.791-834.
- 23- Scelza MF, Coil JM, Maciel AC, Oliveira LR, Scelza P. Comparative SEM evaluation of three solvents used in endodontic retreatment: an ex vivo study. *J Appl Oral Sci* 2008;16(1):24-9.
- 24- Bodrumlu E, Er O, Kayaoglu G. Solubility of root canal sealers with different organic solvents. *Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106(3):e67-9.
- 25- Karataş E, Kol E, Bayrakdar İŞ, Arslan H. The effect of chloroform, orange oil and eucalyptol on root canal transportation in endodontic retreatment. *Aust Endod J* 2016;42(1):37-40.