

Özgün araştırma makalesi

Dört farklı kök kanal dolgu patının radyoopasitesinin dijital radyografik teknik kullanılarak değerlendirilmesi

Özgür Özdemir,^{1*} İsmail Uzun,¹ Elif Kalyoncuoğlu,¹
Cangül Keskin,¹ Buğra Güler²

¹Endodonti Anabilim Dalı, Diş Hekimliği Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ²Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Samsun, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmanın amacı dört farklı kök kanalı dolgu patının ve güta-perkanın radyoopasitelerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmada kök kanal dolgu patı olarak AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex, Sealapex ve güta-perka kon kullanıldı. Kök kanal dolgu patlarından ve güta-perkadan hazırlanan disk şeklindeki standart örneklerin ve alüminyum penetrometrenin dijital radyografileri fosfor plak kullanılarak elde edildi. Kök kanal dolgu patları ile güta-perkanın radyografik yoğunluğu dijital radyografinin kendi yazılımı ile ölçüldü ve eşdeğer alüminyum kalınlığını bulmak amacıyla bir resim düzenleme yazılımı kullanıldı. Kök kanal dolgu patları ve güta-perkanın radyoopasiteleri One-way ANOVA ve post-hoc Tukey analizi kullanılarak karşılaştırıldı.

BULGULAR: Değerlendirilen örneklerin radyoopasite değerlerinin alüminyum değerleri milimetre cinsinden büyükten küçüğe doğru AH Plus, Sealapex, iRoot SP, MTA Fillapex ve güta-perka şeklinde belirlendi. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda AH Plus ve Sealapex arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0.05$). Bu gruplar (AH Plus ve Sealapex) ile diğer tüm gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$).

SONUÇ: Radyoopasite değeri en fazla olan kanal dolgu materyalleri AH Plus ve Sealapex kök kanal dolgu patlarıdır. Bununla birlikte, çalışmada kullanılan tüm materyallerin radyoopasite değeri, Uluslararası Standartlar Teşkilatı ve Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü tarafından tavsiye edilen minimum standart değerlerini karşılamıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Endodonti; kök kanalı dolgu materyalleri; kök kanal tedavisi

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Özdemir Ö, Uzun İ, Kalyoncuoğlu E, Keskin C, Güler B. Dört farklı kök kanal dolgu patının radyoopasitesinin dijital radyografik teknik kullanılarak

değerlendirilmesi. *Acta Odontol Turc* 2016;33(2):75-9

EDİTÖR: Güven Kayaoğlu, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

YAYIN HAKKI: © 2016 Özdemir ve ark. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

GİRİŞ

Başarılı bir endodontik tedavi için apikal sızdırmazlığın sağlanması önemli bir faktördür.¹ Güta-perka dentin duvarıyla bir bağ oluşturamadığı için tek başına kullanılması sızdırmazlığın sağlanması için yeterli değildir. Bu yüzden kök kanalında güta-perka ile kanal duvarları arasında boşlukların doldurulması, aralarında sıkı bir bağlantı kurulabilmesi ve yan kanalların tıkanabilmesi için kök kanal dolgu patlarının kullanılması önerilmektedir.² İdeal bir kök kanal dolgu patının uygun fiziksel ve kimyasal özellik göstermesinin yanı sıra, komşu anatomik yapılardan (diş yüzeyi, kemik gibi) ve diğer dental malzemelerden (amalgam, siman gibi) ayrırt edilmesine imkan verecek ölçüde yeterli radyoopasiteye sahip olması gereklidir.^{3,4} Ayrıca, kök kanal patlarının radyoopasiteleri sayesinde yan kanalların haricinde, kanal içindeki rezortif alanlar, kök kırıkları ve apikal foramen bölgesinin şekli de izlenebilmektedir. Bu nedenlerle endodontide kullanılan kök kanal dolgu patları diğer fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra uygun radyoopasite değerine sahip olmalıdır.^{4,5}

Kök kanal tedavisinde kullanılan patların ve güta-perkanın radyoopasitesi ile ilgili ilk araştırma 1967 yılında Higginbotham tarafından yapılmıştır.⁶ Eliasson & Hasken⁷ radyoopasite çalışmaları için bir standart oluşturabilmek amacıyla basamaklı bir şekilde yükselen alüminyum plak kullanmışlardır. Beyer-Olsen & Orstavik⁴ ise yaptıkları çalışmalarda, optik radyografik yoğunluk değeri ve radyografik yoğunluğa benzer değerlerdeki alüminyum bloğun eşit kalınlığının hesaplanması yöntemini kullanmışlardır. Yapılan bu çalışmalar Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) ve Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü/ Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ANSI/ADA) açısından kök kanal dolgu materyallerinin radyoopasitelerinin minimal değerleri için bir referans oluşturmuştur.^{8,9}

Makale gönderiliş tarihi: 04 Ağustos 2015; Yayına kabul tarihi: 17 Aralık 2015
*İletişim: Özgür Özdemir, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, 55139, Samsun, Türkiye;
E-posta: dt.os.ozdemir@gmail.com

Aluminyumun referans olarak seçilmesinin nedeni, dentin ile benzer radyoapasite göstermesidir.¹⁰ ISO'nun belirlediği standartlara göre kök kanal dolgu patlarının radyoapasitesi 3 mm alüminyuma (mmAl) eşdeğer ya da daha fazla olmalıdır.⁸ Ayrıca, radyoapasite değerlendirilmesi için alüminyum penetrometre ile ışınlanmış okluzal film (D hızında) kullanılması, röntgen cihazının voltajının 65±5 kVp olması ve röntgen cihazı-obje mesafesinin 30 cm olması gerektiği belirtilmiştir.⁸

Kök kanal dolgu patlarının radyoapasitelerinin değerlendirilmesi için yapılan diğer çalışmalarda patın radyoapasitesini etkileyen faktörler arasında patın yapısı, içerdiği radyopak maddenin cinsi, oranı ve kullanılan materyal kalınlığının yanı sıra ışınlama parametreleri, x-ışınının açısı, ışın sensörünün tipi ve densite ölçüm yöntemi de sayılmaktadır.¹¹

Bu çalışmanın amacı; dört farklı kanal dolgu patının (AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex, Sealapex) ve gütaperkanın alüminyum penetrometre yöntemi kullanılarak ISO standartlarına göre radyoapasitelerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada kök kanal patı olarak AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex ve Sealapex ve kanal dolgu maddesi olan gütaperka kullanıldı. Materyallerin içerikleri, ticari isimleri ve üretici firmaları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Örnek hazırlanması

5 mm iç yüzey çapında ve 1 mm derinliğinde 5 adet yuva açılmış olan 3 adet mika plak hazırlandı ve cam bir yüzey üzerine sabitlendi. Kök kanal dolgu patları üretici firmaların talimatları doğrultusunda karıştırıldıktan sonra mika plaklardaki yuvaların içine yerleştirildi. Gütaperka konuları ısıtılarak akıcı bir kıvama geldikten sonra mika plaklardaki yuvaların içine koyuldu.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan materyallerin içerik ve üretici firma bilgileri

Materyal	İçeriği	Üretici firma
MTA Fillapex	Salisilat rezin, dilüe rezin, doğal rezin, bizmut trioksit, nanopartiküllü silika, MTA, pigmentler	Angelus Solucoes Odontologicas, Londrina PR, Brezilya
AH Plus	Diepoksi rezin, kalsiyum tungstat, zirkonyum oksit, aerosol, 1-adamantan amin, TCD-diamin, dibenzildiamin, aminoadamantan, pigmentler	Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Almanya
Sealapex	Kalsiyum oksit, bizmut trioksit, Çinko oksit, silikon dioksit, titanyum dioksit, trikalsiyum fosfat	Sybron-Kerr, Romulus, MI, ABD
iRoot SP	Zirkonyum oksit, kalsiyum silikat, kalsiyum fosfat, kalsiyum hidroksit doldurucu, inceltici ajanlar	Innovative BioCreamix Inc, Vancouver, Kanada
Gütaperka	Gütaperka, çinko oksit doldurucu, radyopaklaştırıcı ağır metaller, plastikleştiriciler	Diadent, Seul, Güney Kore

Örneklerin tümü yerleştirildikten sonra yüzeyinin düzgün bir şekilde sertleşmesi için uygun boyutlarda cam ile kapatıldı. Tüm örnekler sertleşmeleri tamamlanıncaya kadar nemli bir ortamda 37 °C'de bekletildi.

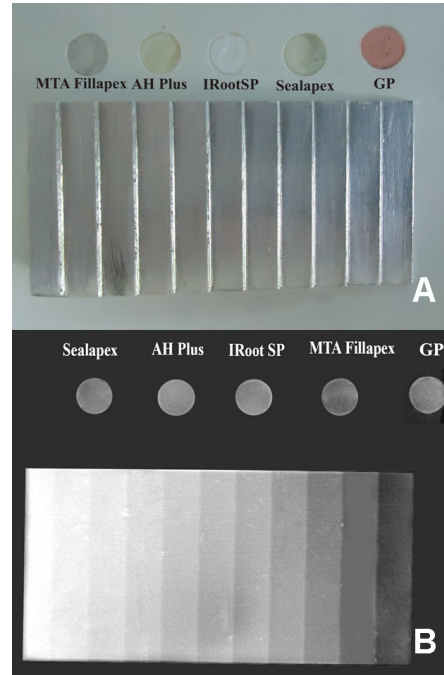
Dijital radyografi

Örneklerin radyoapasite karşılaştırması için, her basamağı 1 mm olan 11 basamaklı %98 saflıkta alüminyum penetrometre kullanıldı (Resim 1). Materyallerin yerleştirildiği disklerin olduğu mika plak ve alüminyum penetrometre, fosfor plak (Dürr-Dental, Bietigheim, Almanya) üzerine yerleştirildi.

Röntgen cihazı 70 kVp, 8 mA ve 0.2 sn ışınlama parametrelerinde obje-ışın mesafesi 30 cm olacak şekilde ayarlandıktan sonra röntgen konu, mika plak yüzeyine 90° açıyla ayarlanarak ışınlama yapıldı. Fosfor plak, tarayıcı (Dürr-Dental) ile taranarak görüntüler dijital ortama kaydedildi.

Dijital görüntülerin değerlendirilmesi

Alüminyum penetrometrenin her bir basamağının görüntüsüne, ve kök kanal dolgu patlarının ve gütaperkanın dijital görüntülerine Adobe Photoshop (Adobe Systems Inc, San Jose, CA, ABD) programındaki renk skalasına göre bir değer verildi. Kök kanal dolgu patları ve gütaperkanın dijital ortamdaki renk değerleri Curve Expert 1.3 programı (CurveExpert Professional, Hixton, TN, ABD) yardımıyla alüminyum penetrometre basamaklarının renklerine göre belirlendi (Resim 1).



Resim 1. Çalışmamızda kullanılan deney düzeneği; A: Kanal dolgu maddelerine ait standart diskler ve alüminyum penetrometre, B: deney düzeneğinin radyografik görüntüsü.

Patların karıştırılması sırasında ortaya çıkabilecek farklılıkları elimine edebilmek ve patların radyoopasitelerinin kendi içindeki tutarlılığını değerlendirebilmek için aynı patla hazırlanan örneklerden 5 farklı röntgen alındı. Her bir örnek ve penetrometrenin her basamağı için dijital görüntüler üzerinde 5'er kez renk değerlendirmesi yapıldı ve bu 5 değerlendirmenin ortalaması alındı. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi için One-way ANOVA ve post-hoc Tukey testi uygulandı.

BULGULAR

Çalışmada kullanılan her bir materyalin radyoopasite değerleri milimetre alüminyum (mmAl) cinsinden verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda AH Plus (10.65±0.20) ve Sealapex (9.17±0.05) arasında anlamlı bir fark olmamakla birlikte bu gruplar ile diğer gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlendi (p<0.05). MTA Fillapex (8.21±0.26), iRoot SP (8.71±0.19) ve güta-perka (7.64±0.65) grupları arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı (p>0.05). Tüm materyallerde, ISO(6876/2001) ve ANSI/ADA(57/2000)'nin belirlediği minimum radyoopasite değeri olan 3 mmAl'den yüksek radyoopasite değerleri bulundu.

TARTIŞMA

Endodontik tedavinin başarısını etkileyen en önemli faktörlerden birisi kök kanalının üç-boyutlu olarak homojen bir biçimde doldurulmasıdır. Kök kanal dolgusunun kalitesinin değerlendirilmesi için en sık kullanılan yöntem radyografik değerlendirmedir. Endodontik bir materyalin radyoopasitesi, komşu anatomik yapılar ile dolgu materyalleri arasında ayırım sağlayacak kontrastı göstermelidir. Ayrıca, radyoopasite kök kanal dolgusu içerisindeki boşlukların ve düzensizliklerin radyolojik teşhisini kolaylaştırır.^{12,13}

Bir materyalin radyoopasitesini etkileyen en önemli etken, materyalin molekül yapısı ve kalınlığıdır. Bu yüzden kök kanal dolgu materyallerinin uluslararası standartlara göre karşılaştırılmasında kullanılan test materyalleri standardize edilmelidir.⁸ Dental materyallerin radyoopasiteleri genellikle alüminyum kalınlığı cinsinden (mm) kalibrasyon eğrisi referans alınarak yapılır. Daha önce yapılan çalışmalarda, 1 mm kalınlığındaki dentin örneklerinin, ISO standartlarına göre yapılan radyoopasite çalışmalarında, yaklaşık olarak 2 mm kalınlığındaki alüminyuma eşdeğer radyoopasitede olduğu belirtilmiştir. Bu yüzden ISO standartlarına göre, kök kanal dolgu materyallerinin en az 2 mm alüminyum kalınlığında olması gerekmektedir.¹³ Bizim çalışmamızda da her örnek diski 1 mm yüksekliğinde hazırlanmıştır.

Çalışmamızda, AH Plus, iRoot SP, MTA Fillapex ve Sealapex kök kanal patları ve güta-perka kök kanal dolgu maddesi değerlendirilmiştir. Radyoopasite değerlerinin

karşılaştırıldığı bu çalışmada kullanılan tüm örneklerin ISO ve ANSI/ADA'nın belirlediği minimum radyoopasite değeri olan 3 mmAl'den yüksek bir radyoopasite değeri sağladığı belirlenmiştir.

AH Plus, epoksi-amin kimyası korunarak, renklenme eğilimi ve formaldehit açığa çıkışı elimine edilerek geliştirilmiştir. Çift patlı bir sistemdir ve sertleşme zamanı 4 saattir. İki pat karıştırıldıktan sonra reaksiyon başlar. Ayrıca içerisinde zirkonyum oksit olduğundan dolayı diğer test edilen materyallerden daha yüksek bir radyoopasite değerine sahiptir. Bu çalışmada, AH Plus 10.2 mmAl'ye eşdeğer radyoopasite değerine sahiptir. Carvalho ve ark.¹⁴ yaptıkları bir çalışmada dijital radyograf kullanarak AH Plus, Endofill, EndoREZ, Epiphany ve güta-perkayı karşılaştırdıkları çalışmalarında AH Plus'un radyoopasite değerinin 11.2 mmAl olduğunu belirtmişlerdir. Taşdemir ve ark.¹⁵ yaptıkları bir çalışmada GuttaFlow, ADseal, AH Plus, Diaket ve Epiphany kök kanal dolgu patlarının radyoopasitelerini karşılaştırdıkları bir çalışmada, AH Plus'un radyoopasite değerinin 10.4 mmAl olduğunu bildirmişlerdir. Daha önce yapılan bu çalışmalarla uyumlu olarak bizim çalışmamızda da AH Plus'un radyoopasite değerinin (10.65±0.20 mmAl) benzer olduğu tespit edilmiştir.

Sealapex, kalsiyum hidroksit esaslı bir kanal dolgu patıdır; içeriğine bizmut trioksit eklenerek radyoopasitesi artırılmıştır.¹⁶ Bu çalışmada 9.17 mmAl'ye eşdeğer radyoopasite değerine sahip olduğu bulunmuştur. Tanomaru ve ark.¹⁷ yaptıkları çalışmalarda, Sealapex için 2 mmAl, Canadas ve ark.¹⁸ 14 mmAl'ye eşdeğer radyoopasite değeri bulmuşlardır. Sealapex'in radyoopasitesi arasındaki bu farklılığa, yeni Sealapex'in formülüne eklenen, radyoopasitesini artırmak için kullanılan bizmut trioksitin sebep olduğu düşünülmektedir.¹⁸

Güta-perka, baryum sülfat, çinko oksit gibi radyoopak maddeler içermektedir. Bu çalışmada, güta-perkanın 7.64 mmAl radyoopasite değerinde olduğu bulunmuştur. Gümrü ve ark.¹⁹ yaptıkları çalışmada 5 farklı kök kanal dolgu maddesinin radyoopasitesini değerlendirmişler ve güta-perkanın radyoopasite değerinin 6.82 mmAl olduğunu bildirmişlerdir. Bodrumlu & Güngör²⁰ tarafından yapılan bir çalışmada endodontik kor materyallerinin radyoopasitesi değerlendirilmiş ve güta-perkanın radyoopasitesinin 8.52 mmAl olduğunu bildirmişlerdir. Tagger & Katz²¹ tarafından yapılan çalışmada ise kök ucu dolgu materyallerinin radyoopasiteleri karşılaştırılmıştır ve güta-perkanın radyoopasitesi 7.25 mmAl olarak belirtilmiştir. Çalışmamızın sonuçları, bu çalışmaların sonuçları ile uyumlu bulunmuştur.

MTA Fillapex kanal patı MTA esaslı bir pat sistemidir. Çeşitli rezin bileşenlerden oluşan bu kanal patı ayrıca bizmut oksit ve silika nanopartikülleri içerir. Üreticileri bu kanal patının yüksek radyoopasite, düşük çözünürlük, kolay manipülasyon, uzun çalışma zamanı ve sertleşme esnasında genleşme gibi özelliklere

sahip olduğunu iddia etmektedir.²² Silva ve ark.²³ MTA Fillapex'in fizikokimyasal özelliklerini ve sitotoksitesini inceledikleri çalışmada MTA Fillapex'in radyoapasite değerinin 7.06 mmAl olduğunu bildirmişlerdir. Tanomaru-Filho ve arkadaşlarının²⁴ yaptıkları bir çalışmada farklı kök kanal patlarının akıcılığı ve radyoapasiliteleri değerlendirilmiş ve MTA Fillapex'in radyoapasesininin 8.9 mmAl değerinde olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda MTA Fillapex'in 8.42 mmAl kalınlığına eşdeğer radyoapasite değerine sahip olduğu bulunmuştur. Çalışmamızın sonuçları Silva ve arkadaşlarının²³ ve Tanomaru-Filho ve arkadaşlarının²⁴ çalışmalarının sonuçlarıyla benzer bulunmuştur.

iRoot SP kullanıma hazır, enjekte edilebilen, alüminyum içermeyen, hidrofilik, kalsiyum silikat esaslı, suyla sertleşen bir kök kanal dolgu malzemesidir.²⁵ Bu çalışmada, iRoot SP materyalinin 8.71 mmAl kalınlığına eşdeğer radyoapasite değerinde olduğu belirlenmiştir. iRoot SP materyalinin AH Plus ve Sealapex'ten daha az bir radyoapasite değerine sahip olduğu, MTA Fillapex ve güta-perka ile benzer radyoapasite değerinde olduğu bulunmuştur. iRoot SP, ticari olarak Endosequence BC Sealer adıyla da piyasada bulunmaktadır. Literatürde Endosequence BC patının radyoapasesini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma vardır. Candeiro ve ark.²⁶ Endosequence BC patının radyoapasesininin AH Plus'tan anlamlı seviyede düşük olduğunu ancak ISO tarafından belirlenen standartların üzerinde olduğunu rapor etmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları, Candeiro ve arkadaşlarının²⁶ rapor ettiği çalışmanın sonuçları ile uyumludur.

Çalışmamızda, mika plak üzerine açılan standart yuvalar içerisine aynı kalınlıktaki örnekler, fosfor plakların merkezine yerleştirilmiştir. Test edilen materyallerin radyoapasesilerinin karşılaştırılması için 1 mm kalınlıktan 11 mm kalınlığa kadar basamaklı bir şekilde yükselen %98 saflıkta alüminyum penetrometre kullanılmıştır. Radyograflar; ışın-obje mesafesi 30 cm, ışınlama parametreleri ISO standartlarına (70 kvp, 8mA 0.2 sn) uygun biçimde ayarlanarak elde edilmiştir. Rasimick ve ark.²⁷ radyoapasite çalışmalarında bulunan farklı sonuçları mA, kVp, obje-film uzaklığı, ışınlama süresi, görüntüleme tekniği, banyo işlemlerindeki farklılıklardan kaynaklandığını savunmuştur. Bu nedenle, her çalışmanın kendi içindeki parametreler eşliğinde değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

SONUÇ

Bu çalışmadan aldığımız verilere göre, test materyali olarak kullanılan kök kanal dolgu patlarının tümü ISO (6876/2001) ve ANSI/ADA (57/2000) standartlarına göre minimum radyoapasite değerlerini (3 mmAl) karşılamaktadır.

Çıkar çatışması: Yazarlar bu çalışmayla ilgili herhangi bir çıkar çatışmalarının bulunmadığını bildirmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiological analysis of teeth with failed endodontic treatment and outcome of conservative retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:86-93.
2. Orstavik D, Eriksen HM, Beyer-Olsen EM. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endod J* 1983;16:59-63.
3. McComb D, Smith DC. Comparison of physical properties of polycarboxylate-based and conventional root canal sealers. *J Endod* 1976;2:228-35.
4. Beyer-Olsen EM, Orstavik D. Radiopacity of root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;51:320-8.
5. Baksı BG, Eyüboğlu TF, Sen BH, Erdilek N. The Effect of three different sealers on the radiopacity of root fillings in simulated canals. *J Endod* 2007;103:138-41.
6. Higginbotham TL. A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1967;24:89-101.
7. Eliasson ST, Haasken B. Radiopacity of impression materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1979;47:485-91.
8. International Organization for Standardization (ISO) 6876. Dental root canal sealing materials. Geneva, Switzerland, 2001.
9. American National Standards Institute/American Dental Association (ANSI/ADA). Specification No. 57, Endodontic sealing materials. New York, 2000.
10. Yoshiura K, Kawazu T, Chikui T, Tatsumi M, Tokumori K, Tanaka T. Assessment of image quality in dental radiography, part 1: phantom validity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;87:115-22.
11. Karagöz I, Küçükay S, Bayırlı G. Factor effecting apikal leakage assesment. *J Endod* 1993;18:362-5.
12. Borges AH, Pedro FL, Semanoff-Segundo A, Miranda CE, Pecora JD, Cruz Filho AM. Radiopacity evaluation of Portland and MTA-based cements by digital radiographic system. *J Appl Oral Sci* 2011;19:228-32.
13. Akcay I, İlhan B, Dundar N. Comparison of conventional and digital radiography systems with regard to radiopacity of root canal filling materials. *Int Endod J* 2012;45:730-6.
14. Carvalho JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinoreti MA, Consani S, Sousa-Neto MD. Radiopacity of root filling materials using digital radiography. *Int Endod J* 2007;40:514-20.
15. Taşdemir T, Yeşilyurt C, Yıldırım T, Er K. Evaluation of the radiopacity of a new root canal paste/sealers by digital radiography. *J Endod* 2008;34:1388-90.
16. Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoğlu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ion release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:86-91.
17. Tanomaru JM, Cezare L, Gonçalves M, Tanomaru-Filho M. Evaluation of the radiopacity of root canal sealers by digitization of radiographic images. *J Appl Oral Sci* 2004;12:355-7.
18. Canadas PS, Berastequi E, Gatón-Hernandez P, Silva LA, Leite GA, Silva RS. Physicochemical properties and interfacial adaptation of root canal sealers. *Braz Dent J* 25;5:435-41.
19. Gümrü B, Tarçın B, Türkaydın DE, İriboz E, Öveçoğlu HS. Evaluation of the radiopacity of a MTA based root-canal filling material using digital radiography. *MÜSBED* 2013;3:19-25.
20. Bodrumlu E, Gungor K. Radiopacity of an endodontic core material. *Am J Dent* 2009;22:157-9.
21. Tagger M, Katz A. A standard for radiopacity of root-end (retrograde) filling materials is urgently needed. *Int Endod J* 2004;37:260-4.
22. Meirelles Vidotto AP, Sanches Cunha R, Gregatto Zeferino

E, Pedro Rocha DG, Sigrist de Martin A, da Silveira Bueno CE. Comparison of MTA Fillapex radiopacity with five root canal sealers. *RSBO* 2011;8:404-9

23. Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *J Endod* 2013;39:274-7.

24. Tanomaru-Filho M, Bosso R, Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM. Radiopacity and flow of different endodontic sealers. *Acta Odontol Latinoam* 2013;26:121-5.

25. Zhang W, Li Z, Peng B. Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:79-82.

26. Candeiro GT, Correia FC, Duarte MA, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod* 2012;38:842-5.

27. Rasimick BJ, Shah RP, Musikant BL, Deutsch AS. Radiopacity of endodontic materials on film and a digital sensor. *J Endod* 2007;33:1098-101.

Evaluation of the radiopacities of four different root canal sealers by digital radiographic technique

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of this study was to compare the radiopacities of four different root canal sealers and gutta-percha.

MATERIALS AND METHOD: AH Plus, iRootSP, MTA Fillapex and Sealapex as root canal sealers and gutta-percha cones were tested. Standardized discs of the root canal sealers and the gutta-percha were prepared. Digital radiographs of the discs and an aluminum penetrometer were obtained by using a phosphor plate. The radiographic density of the sealers and the gutta-percha were measured by using the digital radiographic system's own measurement tool, and equivalent aluminum thicknesses were determined by using an image editing software. Differences among radiopacities of the root canal sealers and the gutta-percha were analyzed using One-way ANOVA and Tukey post-hoc tests.

RESULTS: Aluminum thickness equivalents of the radiopacity values of the samples, in descending order, were: AH Plus, Sealapex, iRootSP, MTA Fillapex and gutta-percha. No significant difference was found between the radiopacity values of AH Plus and Sealapex ($p>0.05$). There were statistically significant differences between these two groups (AH Plus and Sealapex) and all other experimental groups ($p<0.05$).

CONCLUSION: AH Plus and Sealapex exhibited the highest radiopacity values among tested groups. In addition, all tested materials fulfilled the minimum standard value requirements suggested by International Standardization Organization and American National Standards Institute.

KEYWORDS: Endodontics; root canal filling materials; root canal therapy