

Skening elektron mikroskopska analiza kvaliteta zaptivanja Guttaflow i Acroseal endodontskih materijala za zid kanala korena zuba

DOI: 10.2298/SGS0801015T

Scanning electron microscopic analysis of the sealing ability of guttaflow and acroseal endodontic sealers

Teodorović Nevenka, Matović IvanKlinika za restaurativnu odontologiju i endodonciju, Stomatološki fakultet, Beograd
Dept of restorative dentistry and endodontics, School of Dentistry, Belgrade**ORIGINALNI RAD (OR)
ORIGINAL ARTICLE**

KRATAK SADRŽAJ

Uvod: Sposobnost zaptivanja dentinske površine zida kanala korena zuba predstavlja vrlo značajnu karakteristiku materijala za trajnu opturaciju. Osim toga, neophodno je u potpunosti popuniti i prostor između tvrdih zidova kanala i gutaperke, kao osnovnog jezgra punjenja.

Cilj: Cilj ovog rada je bio da se ispita sposobnost zaptivanja dva endodontska materijala na granici dodira sa dentinskim zidom kanala i gutaperka poenima, primenom skening elektron mikroskopske analize (SEM).

Materijal i metod: 24 sveže ekstrahovana humana zuba su nakon instrumentacije podeljeni u dve grupe i definitivno opturirani sa GuttaFlow (Roeko, Germany), novim endo-silerom (grupa 1) i Acroseal (Septodont, France), silerom na bazi kalcijum hidroksida (grupa 2). Kvalitet zaptivanja i karakteristike adhezije na granici dodira materijal-dentinska površina, ispitivane su korišćenjem SEM analize.

Rezultati: Dobijeni rezultati su pokazali izuzetno dobru adheziju i ravnu kontaktnu površinu na granici dodira GuttaFlow sa dentinskim zidom kanala, kao i dobro prijanjanje i adaptaciju za gutaperka poene. Acroseal je pokazao dobru adheziju i blago zakrivljenu kontaktnu površinu uz prisustvo neznatnih pukotina na granici sa zidom kanala i gutaperka poenom.

Zaključak: Novi GuttaFlow materijal za trajnu opturaciju poseduje snažnu sposobnost zaptivanja i odlične adhezivne karakteristike prijanjanja za dentinske površine zida kanala, kao i za gutaperka kočiće. Acroseal je pokazao dobro vezivanje za dentin zida kanala i slabiju adheziju za gutaperka kočiće, u poređenju sa GuttaFlow.

Gljučne reči: endodontski materijali, kvalitet zaptivanja, SEM

SUMMARY

Introduction: The sealing ability of endodontic sealers to dentinal surfaces of root canals is an important feature of these materials. Root canal sealers are necessary to seal the spaces between the dentinal walls and the obturating core material.

Aim: The aim of this study was to examine the sealing ability of two endodontic sealers to dentin walls and guttapercha cones using scanning electron microscopic analysis-SEM.

Materials and Methods: 24 recently extracted human single-rooted teeth were instrumented and allocated to two groups; root canals were filled with either GuttaFlow (Roeko, Germany), a new endo-sealer (group 1), or Acroseal (Septodont, France), a calcium hydroxide based sealer, (group 2). The sealing ability and adhesion properties of the sealer-dentin interface were studied using SEM.

Results: The specimens filled with GuttaFlow showed smooth contact lines at the sealer-dentin interface, and this material also showed strong bonding and good adaptation to guttapercha cones. Acroseal showed good adhesion to dentin walls, and bonding surface was represented as a slightly curved contact line, with some gaps on material-dentin walls and guttapercha cones interface.

Conclusion: New GuttaFlow material possesses strong sealing ability and excellent adhesion to dentin walls and guttapercha cones. Acroseal showed good bonding to dentin and slightly weaker adhesion to guttapercha cones, in comparison to GuttaFlow.

Keywords: children, caries, questionnaire, urban region, rural region

Uvod

Uspeh endodontskog tretmana direktno zavisi kako od pravilnog oblikovanja i temeljnog čišćenja i obeskićenja kanalskog prostora, tako i od potpunog zaptivanja-punjenja sa materijalima visoke biokompatibilnosti. Jedan od značajnih razloga za neuspeh ili nastajanje „posttremanskih oboljenja“, je nepotpuno-neadekvatno definitivno punjenje endodontskog prostora¹. Osnova uspeha procedure trajne opturacije je ostvariti hermetičnost i intimno prijanjanje i adaptiranje materijala sa kako dentinskim zidovima, tako i tkivom periapiksa koje je odgovorno za reparaciju². Materijali za trajno punjenje kanala se mogu podeliti u dve grupe: osnovni materijal ili jezgro, čiji je osnovni predstavnik gutaperka i materijali za zaptivanje, odnosno sileri-paste³.

Idealne osobine paste za trajnu opturaciju se prevashodno odnose na osobinu niske viskoznosti i mogućnosti da se „uliju“ i zatvore sve iregularnosti kanalskog prostora, akcesorne kanale, multiple apikalne otvore i da dobro popune sve prostore između gutaperka kočića, kao i površinu otvora dentinskih tubula⁴. Osnovni razlog za neophodno kvalitetno prijanjanje i potpuno zaptivanje kompletnog kanalskog prostora je sprečavanje propustljivosti tj. mikrocurenja-poznatog fenomena koji nastaje između materijala za punjenje i zidova kanala kao i između glavnog i dodatnih gutaperka poena i paste, u funkciji vremena i označava jedan od najbitnijih razloga za mogući neuspeh endotretmana⁵.

Cilj ovog rada je bio da se u in vitro uslovima, primenom skenirajućeg elektron mikroskopa (SEM), ispita sposobnost zaptivanja i kvalitet adaptacije dva, po strukturi različita endodontska materijala, kako na dentinske zidove kanala, tako i sposobnost vezivanja za gutaperka kočiće tokom definitivne opturacije kanala korena zuba.

Materijal i metod

Kao materijal, u ispitivanju korišćeno je 24 humanih jednokorenih zuba, sveže izvađenih iz periodontalnih razloga. Starost i pol pacijenata nije bila registrovana.

Krunice zuba su odstranjene od korenova na nivou gledno-cementne granice, korišćenjem visokoturažne bušilice i fisurnog dijamantskog svrdla, da bi se obezbedila jasna i direktna preparacija pristupnog kaviteta. Pre početka endodontske procedure, urađeni su preoperativne radiografije svih zuba uključenih u ispitivanje. Pulpno tkivo je eliminisano upotrebom nerv ekstirpatora, a ispitivanje prohodnosti i upoznavanje sa anatomo-morfološkim detaljima kanalskog prostora kao i same dužine kanala, izvedeno je ručnim instrumentima tipa K br.10 i 15. Determinisanje radne dužine urađeno je tako što je dužina instrumenta kada se vrh turpije nalazi na spoljašnjem foramenu apikale, skraćivana za 1 mm.

Introduction

The success of root canal treatment depends on complete cleansing and shaping of the root canal, as well as perfect sealing and biocompatibility of the root canal filling. The majority of endodontic failures or „post-treatment disease“, is caused by incomplete sealing of the root canal¹. Thus, it is necessary to use materials which will be able to create hermetic seal between the root canal system and periapical tissue². Materials for definitive root canal obturation can be divided in two groups: the first group is core material-guttapercha cones, and second group are sealers³.

An ideal root canal sealer should have low viscosity and good wetting properties to flow into the dentinal irregularities, accessory canals, multiple apical foramina and fill spaces between guttapercha cones and root canal surface⁴. The main aim of this hermetic, complete and perfect sealing of the root canal is to prevent leakage between the root filling and canal walls, and also between the sealer and guttapercha masterpoint and accessory guttapercha cones⁵. The degree and extent of leakage determines the prognosis and failure of endodontic therapy.

The aim of this study was to in vitro assess two, compositionally different, endodontics sealers in terms of their sealing ability and quality of adaptation to dentin canal walls and guttapercha cones during root canal obturation.

Materials and Methods

This study included 24 human single-rooted teeth, freshly extracted due to severe periodontal destruction. The age and sex of adult patients were not recorded.

The crowns were split from the roots at the cemento-enamel junction using a high speed fissure bur to make a straight access preparation. Preoperative radiograph of each tooth was taken. The remaining pulp was removed with a barbed broach and the anatomo-morphological details and canal length were explored using a #10 or #15 K-file. Working length determination was done by subtracting 1 mm from the length of the instrument when the tip of the file was at the apical foramen.

Kanali su preparisani Crown-down tehnikom, korišćenjem Ni-Ti rotirajućih instrumenata, uz irigaciju 1% rastvorom natrijum hipohlorita i lubrikaciju sa Canal⁺ (Septodont, France).

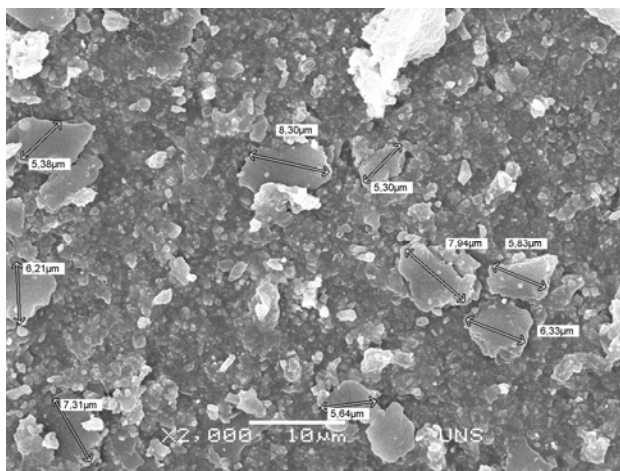
Korenovi zuba su podeljeni u dve grupe: 12 kanala je definitivno ispunjeno sa GuttaFlow (siler se sastoji iz polidimetilsiloksana i malih sferoidnih gutaperka čestica, (Roeko, Germany); i glavnog gutaprka poena.04/#40 (grupa broj 1); preostalih 12 kanala je trajno opturirano sa Acroseal materijalom na bazi kalcijum hidroksida u epoksi smoli (Septodont, France); i glavnim gutaperka poenom .04/#40 (grupa broj 2). Pristupni kaviteti su po završenom punjenju kanala, zatvoreni sa kavitom (Premier, Dental Products).

Korenovi su držani nedelju dana na 37° C u 100% vlažnosti, da bi se omogućilo vezivanje materijala za trajnu opturaciju.

Canals were instrumented using the Crown-down technique and Ni-Ti rotary instruments, irrigated with 1% NaOCl, and lubricated with Canal⁺ (Septodont, France).

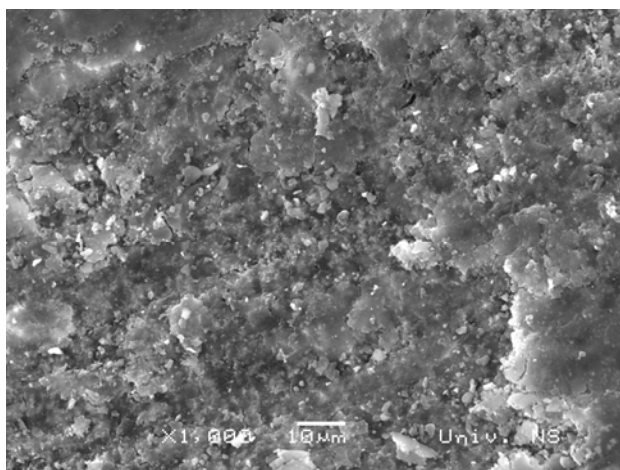
Roots were allocated to two groups; 12 canals were obturated with GuttaFlow (consisting of polydimethylsiloxane and small spheroidal guttapercha particles, Roeko, Germany; and a guttapercha masterpoint .04#40 (group 1); the other 12 canals were filled with Acroseal calcium hydroxide based sealer, (Septodont, France); and a guttapercha masterpoint .04#40 (group 2). When the obturation procedure was finished, the access cavities were filled with cavit (Premier, Dental Products).

The teeth were stored for 7 days at 37°C and 100% humidity to allow the sealers to set.



Slika 1. GuttaFlow – struktura materijala (uzdužni presek, x2000)

Figure 1. GuttaFlow – material structure (longitudinal section, x2000)



Slika 2. Acroseal - struktura materijala (uzdužni presek, x1000)

Figure 2. Acroseal - material structure (longitudinal section, x1000)

Nakon isteka tog vremena, po 6 uzoraka je zasečeno u longitudinalnom pravcu sa bukalne i lingvalne strane cilindričnim dijamantskim svrdlom i visokoturažnom bušilicom i presečeni su na dva dela.

Preostalih 6 uzoraka je presečeno poprečno i to na koronarnom (10 mm), srednjem (5mm) i apikalnom (2mm) nivou. Svi uzorci su napareni zlatom i pripremljeni za skening elektron mikroskopiju (JEOL-JSM-6460LV).

Sposobnost adhezije i zaptivanja silera na granici dodira sa dentinskim zidovima kanala i sa gutaperka kočicama je analizirana pod različitim uveličanjima u opsegu od x30 do x2000. Reprezentativne fotomikrografije su uzete da bi se rangirali rezultati, korišćenjem modifikovanih Ray i Seltzer kriterijuma⁶ na sledeći način:

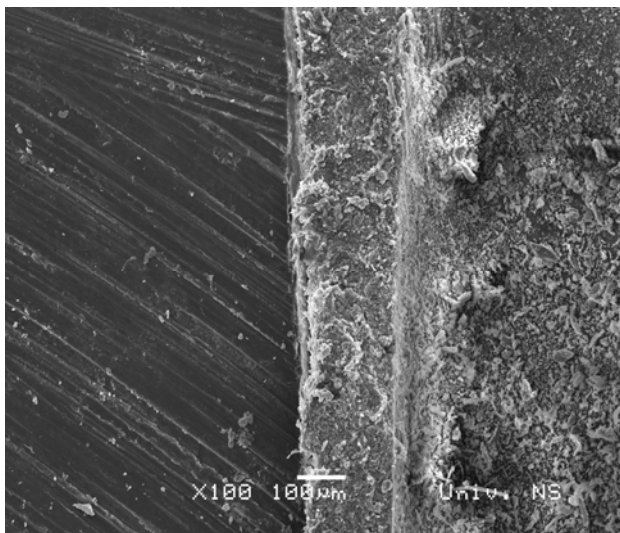
Ocena 1. Izuzetno dobra adhezija-ravna linija dodira na spoju siler-dentin, bez prisustva defekata i međuprostora i sa značajnom penetracijom materijala u otvore dentinskih tubula.

Ocena 2. Dobra adhezija-blago neravna kontaktna površina na granici dodira silera sa dentinskim zidom, sa prisustvom malog broja pukotina i međuprostora.

Ocena 3. Relativno dobra adhezija-defekti kontinuiteta i međuprostori se često uočavaju na dodirnoj površini silera sa dentinom zidova kanala, sa nejasnom i neravnom kontaktnom površinom na granici dodira.

Rezultati

Na uzdužnim presecima, uzorci napunjeni sa GuttaFlow sa pokazali izuzetno dobru adheziju za dentin; uočena je ravna linija dodira, rangirana sa kriterijumom 1;



Six root samples were grooved longitudinally on the buccal and lingual surfaces with cylindrical diamond burs in a highspeed handpiece and split into 2 halves.

The other samples were cross-sectioned at the coronal (10 mm), middle (5 mm) and apical levels (2 mm). All samples were gold sputtered and viewed under the scanning electronic microscope (JEOL-JSM-6460LV).

The adhesion and the sealing ability of sealers to root canal walls and guttapercha cones were examined at different magnifications, from x30 to x2000. Representative photomicrographs were taken to record the data, and modified Ray and Seltzer criteria⁶ for evaluation were chosen as follows:

Score 1. Extremely good adhesion-smooth contact line at the sealer-dentin interface without gaps and with massive penetration of the sealers inside the tubules;

Score 2. Good adhesion-slightly curved contact line on the sealer-dentin interface with some gaps between sealers and dentin walls;

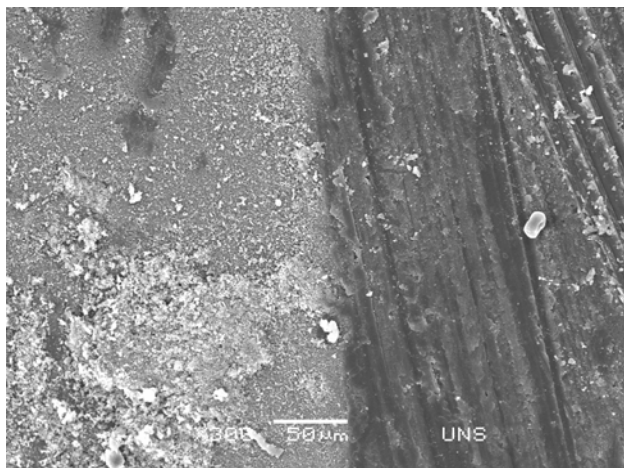
Score 3. Relatively good adhesion-gaps were often found between sealers and dentin walls with unclear and curved contact line at the sealer-dentine interface.

Results

Longitudinal sections of specimens filled with GuttaFlow showed extremely good adhesion to dentin, and smooth contact lines, rated 1;

Slika 3. Ravna i glatka linija kontakta na granici dodira GuttaFlow-dentin (uzdužni presek, x100)

Figure 3. Flat and smooth contact line between GuttaFlow and dentin (longitudinal section, x100)



Slika 4. SEM pokazuje izrazito dobru adheziju i adaptaciju GuttaFlow po dentinskim površinama zida kanala (uzdužni presek, x300)

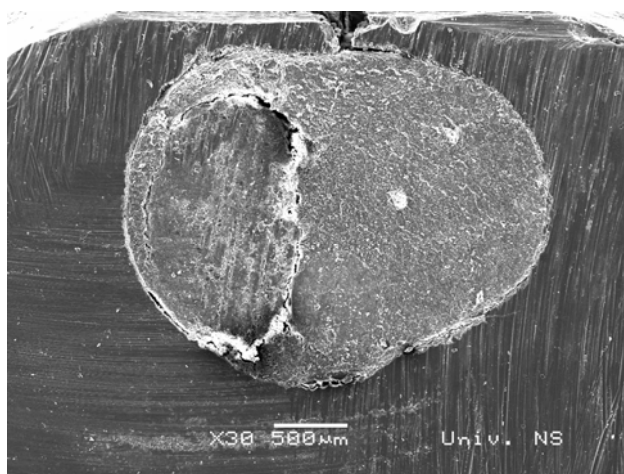
Figure 4. SEM shows very good adhesion and adaptation of GuttaFlow across the dentinal surface of canal walls (longitudinal section, x300)

Granica dodira materijala sa dentinskim zidovima kanala korena zuba se jasno uočava. Na nekim preseccima evidentirana je penetracija silera u otvore dentinskih tubula. Na poprečnim preseccima, GuttaFlow je pokazao kvalitetno i snažno vezivanje za gutaperka kočice uočavaju se dobre fizičke karakteristike i homogena struktura materijala-GuttaFlow.

Uzorcima napunjenim sa Acrosealom su na uzdužnim preseccima pokazali dobru adheziju sa zidovima isprepa-risanih kanala, a površina dodira je bila predstavljena blago neravnom-zakrivljenom linijom, rangiranom sa kriterijumom 2; Na poprečnim preseccima uočava se dobra adaptacija i vezivanje sa gutaperkom uz prisustvo malog broja pukotina i defekata na granici dodira Acroseala i gutaperka kočica.

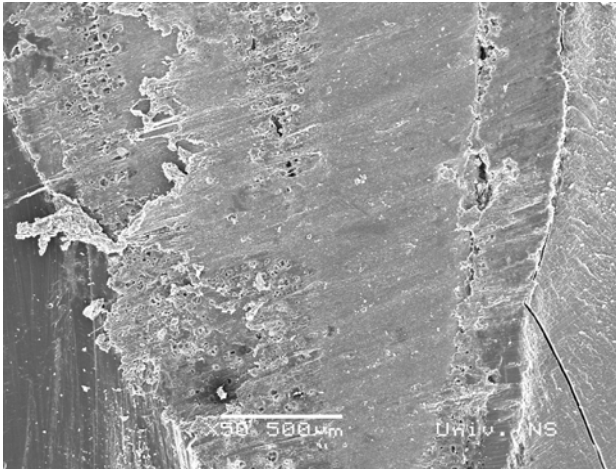
The margin between the sealer and dentin walls was clearly seen. On some sections, there was evidence of sealer penetration into dentinal tubules. Cross-sections of GuttaFlow showed strong bonding to guttapercha cones and this material appeared to have good physical integrity and homogeneous structure.

Longitudinal sections of specimens obturated with Acroseal showed good adhesion to instrumented canal walls and bonding surface was seen as a slightly curved contact line, rated 2; Cross-sections of specimens filled with Acroseal showed good adhesion and bonding to guttapercha with some cracks and gaps at the Acroseal-guttapercha cones interface.



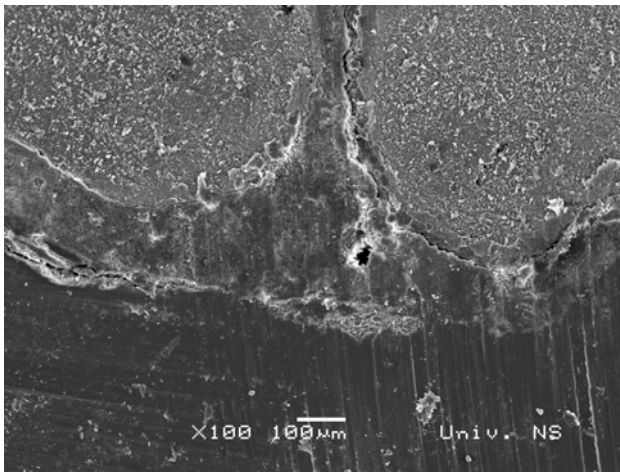
Slika 5. Dodirna površina GuttaFlow silera sa gutaperka kočicom (poprečni presek, x30)

Figure 5. Contact surface between GuttaFlow sealer and a guttapercha cone (longitudinal section, x30)



Slika 6. SEM pokazuje dobru adheziju u vidu blago zakrivljene linije na granici dodira Acroseal-dentin (uzdužni presek, x50)

Figure 6. SEM shows good adhesion in the form of slightly curved contact line between Acroseal and dentin (longitudinal section, x50)



Slika 7. Preseci kroz Acrosel na granici dodira sa guttaperka kočičima pokazuje dobru adheziju uz prisustvo neznatnih pukotina (poprečni presek, x100)

Figure 7. An Acroseal section showing good adhesion between the sealer and guttapercha cones with only minor gaps (longitudinal section, x100)

Diskusija

Idealne karakteristike materijala za definitivno zbrinjavanje endodontski tretiranog zuba su označene snažnom adhezijom i zaptivanjem dentinskih površina zida kanala sa jedne strane, kao i prekrivanjem i snažnim vezivanjem za guttaperka kočiče. Razlike u sposobnosti zaptivanja endodontskih materijala za trajnu opturaciju su bazirane na interakciji sa dentinom i guttaperkom koja potiče od fizičko-hemijskih svojstava pojedinih materijala.

Za određivanje snage i kvaliteta apeksnog zaptivanja, korišćene su različite metodologije ispitivanja kao što su test prodora boje^{7,8}, studije uz primenu radioaktivnih izotopa, elektrohemijski test, SEM analiza⁹ i test bakterijske penetracije. U najvećem broju istraživanja se koristi test sa prodorom boje.

U ovom radu je odabrana SEM metodologija da bi se analizirala sposobnost zaptivanja i adaptacije materijala za trajno punjenje na zidove kanala i guttaperku i to na različitim nivoima preseka (krunične, srednje i apeksne trećine).

Discussion

An ideal material for root canal obturation during endodontic treatment should seal and adhere firmly both to dentin walls and to guttapercha cones. Differences in sealing ability and adhesive properties of endodontic sealers may be expected because their interaction with dentin or guttapercha may vary with their physico-chemical composition.

For the evaluation of sealing ability and adhesive properties of root canal filling materials, various methods have been used: dye penetration test^{7,8}, radioactive isotope studies, electrochemical leakage test, SEM analysis⁹ and bacterial penetration test.

The dye penetration studies are still the most common method.

In this study, SEM methodology was chosen to evaluate the sealing properties and adaptation of two sealers to canal walls and guttapercha cones at various levels of sectioning (coronal, middle and apical thirds).

Rezultati ovih ispitivanja su pokazali da GuttaFlow izuzetno dobro adherira kako na dentinske zidove kanala, tako se izuzetno dobro vezuje i pokriva gutaperka kočiće, bez pojave defekata i pukotina. GuttaFlow je siler nove generacije koji se sastoji iz dve komponente, i na bazi je polidimetilsiloksana i gutaperke u vidu partikula veličine manje od 30 μ m

Inovirani sastav ovog silera na bazi veštačke smole, njegova konzistencija i način aplikacije, omogućavaju izuzetnu moć zaptivanja¹⁰. Obe komponente (pasta-pasta sistem) su u kapsuli tačno dozirane i mešanje je kontrolisano uz primenu aparata za tritraciju, te je onemogućena kontaminacija materijala. Odlična veza sa gutaperkom je pojačana i karakteristikama samog sastava silera koji u sebi sadrži gutaperka prah-sitne čestice koje predstavlja drugu komponentu pasta-pasta sistema. Materijal je praktično teško rastvorljiv u oralnim fluidima, što karakteriše stabilnost u okviru tvrdih zidova kanalskog prostora. Ispitivanja biološkog ponašanja ovog materijala, ukazuje na visoku biokompatibilnost ovog materijala¹¹.

Rezultati dobijeni SEM analizom nedvosmisleno potvrđuju da je fizički integritet i stabilnost samog matriksa ovog materijala od izuzetne važnosti. Kao materijal na bazi veštačke smole GuttaFlow poseduje homogenu strukturu i adherentno zatvara otvore u dentinskih tubula.

Acroseal je na osnovu ovih rezultata pokazao dobru adheziju na dentinskim zidovima kanala, uz prisustvo malog broja defekata i pukotina na granici dodira sa gutaperka kočićima. Acroseal je savremeni endodontski materijal na bazi kalcijum hidroksida i epoksi-bis-fenol smole, koji poseduje povoljnu fluidnost i dobru difuziju. Treba naglasiti i to da ispitivanja nekih autora vezana za biokompatibilnost ovog silera ukazuju na izvesnu citotoksičnost Acroseala¹².

Poznato je da su sileri na bazi kalcijum hidroksida promovisani kao materijali koji omogućavaju i pospešuju reparaciju i stvaranje koštanog tkiva, a takođe se ističu i njihova baktericidna svojstva. Međutim, određen stepen rastvorljivosti ovih materijala, verovatno uzrokuje i pojavu malog broja defekata i pukotina na granici dodira Acroseala sa dentinom zidova kanala dobijenim ovim istraživanjima.

Zaključak

Rezultati SEM analize kvaliteta zaptivanja materijala za trajno punjenje sa dentinskim zidovima kanala korena zuba kao i sa gutaperka kočićima, su pokazali da GuttaFlow ostvaruje izuzetno dobru adheziju i da se odlično adaptira i prijanja na dentinske zidove kanala. Acroseal je pokazao za nijansu slabiju adhezivnu vezu uz prisustvo retke pojave pukotina na spoju materijal-gutaperka.

According to the present results, GuttaFlow showed extremely good adhesion to dentin walls and strong bonding and adaptation to guttapercha cones and gaps and free spaces were not seen. GuttaFlow is a completely novel filling system, that combines two products in one: polydimethylsiloxane and guttapercha particles, less than 30 μ m in size.

The innovative formula of this resin-based sealer, proper consistency and easy application, ensure excellent sealing ability¹⁰. Two components (paste-paste system) in a special capsule guarantee reliable dosage and mixing in a triturator with no contamination. GuttaFlow with guttapercha powder (small particles) as the second part of this paste-paste system, promotes extremely good bonding to guttapercha. This material showed relatively low solubility in oral fluids and dimensional stability. Studies of biological compatibility showed extreme biocompatibility of GuttaFlow sealer¹¹.

The results of this study showed good adhesion at the Acroseal-dentin interface with some gaps between the sealer and guttapercha cones. Acroseal is a relatively new, calcium hydroxide and epoxy-bis-phenol resin-based sealer with good fluidity and diffusion. Also, some authors pointed out that biological studies on Acroseal biocompatibility showed mild cytotoxic effects¹².

Calcium hydroxide-based sealers have been claimed to promote reparation and hard tissue formation with good bactericidal effects. However, certain solubility of these materials may cause gaps and cracks at the material-dentin interface, as observed in this study.

Conclusion

The SEM analysis of the sealing ability of endodontic sealers to dentin walls and guttapercha cones showed strong adhesion and adaptation of GuttaFlow to canal walls. Acroseal showed slightly weaker adhesion with some cracks and gaps at the material-guttapercha interface.

Literatura / References

1. *Wilday W, Senia S.* Another look at root canal obturation: part one. *Endodontic Practice* 2002;33-38.
2. *Ruddle CJ.* Nonsurgical endodontic retreatment. *Pathways of the Pulp*, 8th ed., Mosby, St. Louis, 2001:675-929.
3. *Tronstad L.* Klinička endodoncija, Danubius-Dental, 2005:148-157.
4. *Kont Cobankara F, Adanir N, Belli S, Pashley DH.* A quantitative evaluation of apical. *Leakage of four root-canal sealers.* *Int Endodont J*, 2002;35:164-169.
5. *Miletić I, Anić I, Pezelj-Ribarić, Jukić S.* Leakage of five root canal sealers, *Int. Endodont J*, 1999;32:415-418.
6. *Ray H, Seltzer S.* A New Glass Ionomer Root Canal Sealer. *J Endodont*, 1991;17:598-603.
7. *Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Orstavik D.* Bacterial versus dye leakage in obturated root canals. *Int. Endodont J*, 1999;32:370-375.
8. *Wu MK, Pehlivan Y, Kontakiotis EG, Wesselink PR.* Microleakage along apical root fillings and cemented post. *J Prosthet Dent*. 1998;264-269.
9. *Vujašković M, Teodorović N.* Scanning electron microscopic analysis of the sealing ability of 3 endodontic sealers. *Balkan Journal of Stomatology*, 2004;8:210-213
10. *Brackett MG, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeberg FA, Tay FR, Pashley DH.* Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealers. *J Endodont*, 2006;32:1188-1190.
11. *Eldeniz AU, Mustafa K, Ostarvik D, Dahl JE.* Cytotoxicity of new resin, calcium hydroxide and silicone-based root canal sealers on fibroblasts derived from human gingiva and L929 cell lines. *Int. Endodont J*, 2007;40:329-337.
12. *Gambarini G, Andreasi-Bassi M, Bolognini G, et al.* Cytotoxicity of a new endodontic filling material. *Australian Endodont J*, 2003;29:17-19.

Adresa za korespondenciju

Teodorović Nevenka
 Stomatološki fakultet u Beogradu
 Klinika za restaurativnu odontologiju i endodonciju
 Rankeova 4, Beograd, Srbija

Address for correspondence

Teodorović Nevenka
 School of dentistry of Belgrade
 Dept of restorative dentistry and endodontics
 Rankeova 4, Belgrade, Serbia