

OBTURAȚIA ENDODONTICĂ ADEZIVĂ

Adhesive root canal filling

Asist. Univ. Dr. Sînziana Adina Scărlătescu¹, Șef Lucr. Dr. Paula Perlea¹,
Asist. Univ. Dr. Irina Maria Gheorghiu¹, Șef Lucr. Dr. Oana Andreea Diaconu²,
Dr. Mihaela Georgiana Iliescu¹, Prof. Dr. Andrei Iliescu³, Șef Lucr. Dr. Alexandru Andrei Iliescu²

¹Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”, București

²Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie, Craiova

³Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea „Apollonia”, Iași

REZUMAT

Obturația de canal adezivă s-a introdus ca o alternativă la obturația cu gutapercă și cimenturi de sigilare convenționale în speranța de a ameliora succesul în timp al tratamentelor endodontice. După peste un deceniu de utilizare clinică rezultatele sunt însă contradictorii. Ținând cont de prețul de cost mult mai ridicat și de parametrii clinici pentru moment discutabili ai obturației de canal adezive, pare rezonabil ca gutaperca și sealerii convenționali să rămână materialele preferate în obturarea canalelor radiculare.

Cuvinte cheie: obturație de canal, materiale convenționale, materiale adezive

ABSTRACT

The adhesive root canal filling was introduced as an alternative to gutta-percha and conventional sealers aiming to improve the long lasting success of the endodontic treatments. However, after more than one decade of clinical use the results are controversial. Taking into account the much higher cost and for the time being clinical parameters in debate of the adhesive root canal filling, it seems reasonable to still consider gutta-percha and conventional sealers as preferential materials for the root canal filling.

Keywords: root canal filling, conventional materials, adhesive materials

SCOPUL OBTURAȚIEI DE CANAL

Obiectivele endodonției clinice actuale sunt să prevină apariția parodontitelor apicale, să vindece parodontitele apicale acute și cronice odată ce acestea au apărut și să mențină dinții cât mai mult timp pe arcadă într-un stadiu funcțional, în absența simptomatologiei clinice.

În ciuda numeroaselor materiale și metode de tratament puse la dispoziție de industria tehnologică de profil, caria dentară și complicațiile ei – parodontitele apicale acute și cronice – pun încă probleme consumatoare de timp și resurse, în vederea alegerii celor mai adecvate materiale și tehnici de tratament.

Incidența mare a parodontitelor apicale acute și cronice pune sub semnul întrebării calitatea tratamentului endodontic, cel mai important factor răspunzător de rezultatul vindecării acestor afecțiuni.

Astfel, devine tot mai importantă necesitatea ameliorării tratamentului endodontic, atât în ceea ce privește curățarea, sterilizarea, cât și etanșizarea sistemului de canale radiculare printr-o obturație de canal corectă, tridimensională.

Stabilizarea rezultatelor tratamentului endodontic depinde în primul rând de realizarea unei obturații de canal precisă, omogenă, tridimensională și în al doilea rând de calitatea restaurării coronare finale care să împiedice contaminarea canalului radicular cu salivă.

Obturația de canal trebuie să prevină infiltrarea exudatului din țesuturile parodontale în canalul radicular, să prevină reinfectarea dinspre coronar a sistemului endocanicular curățat și sterilizat, precum și să sigileze bacteriile restante în interiorul canalului, într-un mediu unde nu se pot multiplica.

Adresă de corespondență:

Dr. Mihaela Georgiana Iliescu, Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”, Calea Plevnei nr. 19, București

E-mail: mg_stan@yahoo.com

Conform definiției Asociației Endodontiștilor Americani (AAE), obturația endodontică este reprezentată de umplerea completă, tridimensională a spațiului endodontic, până la nivelul joncțiunii cemento-dentinare, fără depășirea importantă a acesteia sau infraobturare.

MATERIALE ACTUALE DE OBTURAȚIE DE CANAL

Obturația de canal presupune folosirea în asociere a unui material primar de obturare, stabil dimensional și în cantitate cât mai mare (cum este gutaperca sau, mai nou, Resilon) și o cantitate minimă de ciment de sigilare.

Spațiul endodontic comunică cu cel periodontal nu doar la nivelul foramenului apical, ci și prin canale accesorii, laterale, furcale, obturarea lor etanșă împiedicând apariția leziunilor de origine endodontică. Din acest motiv, un obiectiv major care trebuie atins în cursul obturării canalelor radiculare este creșterea cantității de material primar reprezentat de gutapercă sau Resilon (aproximativ 90%), în defavoarea celei de sealer (aproximativ 10%).

Prevenirea și vindecarea parodontitelor apicale acute și cronice depind de mai mulți factori. Aceștia pot fi (1):

- factori preoperatori:
 - existența parodontitei apicale, tratament primar sau retratament;
- factori operatori:
 - preparația canalului radicular;
 - calitatea sigilării spațiului endodontic;
 - existența accidentelor iatrogene;
- factori postoperatori:
 - infiltrația coronară;
 - aplicația ulterioară a unui pivot.

De-a lungul anilor s-au realizat numeroase studii pentru a evalua eficacitatea diferitelor tehnici de obturație de canal folosind gutapercă și sealer, de a conduce spre vindecarea leziunilor periapicale. (2,3)

Studii efectuate in vitro au demonstrat eșecul gutapercii și al sealerului de a obtura întreg spațiul endodontic. (4,5) Gutaperca cu sau fără ciment oferă o barieră slabă, aproape inexistentă în prevenirea migrării bacteriilor din direcție coronară în sens apical deoarece ea nu aderă de pereții canalului radicular, ci doar se adaptează la ei.

Pe de altă parte, studiile longitudinale pe pacienți cu dinți obturați cu gutapercă și sealer au raportat un succes remarcabil. (6,7) Aceasta înseamnă că există un factor major care contribuie la vindecarea

leziunilor, chiar dacă s-a demonstrat incapacitatea gutapercii de a adera și de a umple perfect canalul radicular, și acest factor este etanșeitarea obturației coronare care poate preveni infiltrațiile ulterioare și reinfectarea spațiului endodontic. (8)

Succesul în timp al tratamentului endodontic se datorează în mare parte calității restaurării coronare și, în acest sens, poate fi deosebit de avantajoasă crearea unei bariere la nivelul orificiului canalului radicular care să prevină infiltrațiile ulterioare spre apex. Această barieră se poate realiza cel mai bine din materiale compozite.

Tendențele moderne în tratamentul endodontic se bazează în primul rând pe progresul tehnologic, datorită apariției unor materiale și tehnologii sofisticate cum sunt instrumentarul rotativ, tehnici noi de obturație a canalului radicular, dispozitive de magnificație, iluminare, de imagistică digitală sau computer tomografică.

Chiar dacă gutaperca rămâne la ora actuală materialul de obturație cel mai folosit în endodonție, ea nu este totuși un material de obturație ideal. Apărute în ultimii ani și „împrumutate“ din terapia restaurativă, materialele cu priză duală de tipul compozitelor sunt adezive la pereții canalului radicular și realizează atât sigilarea spațiului endodontic față de fluidele tisulare periapicale, cât și sigilarea la nivelul orificiului coronar al canalului radicular. Astfel, aceste materiale au rolul de a nu mai permite recontaminarea cu fluide din cavitatea bucală atunci când, din anumite motive, restaurarea coronară se pierde sau devine deficitară. (9)

OBTURAȚIA DE CANAL ADEZIVĂ

În 2004 a fost introdus pe piață un nou material de obturație de canal numit Resilon (Resilon Research LLC, Madison, CT, USA) împreună cu un sistem adeziv numit Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA), în încercarea de a îmbunătăți sigilarea canalului radicular, factor esențial în menținerea în timp a rezultatelor tratamentelor endodontice.

Produsul Resilon a fost imaginat ca o alternativă la obturațiile convenționale cu gutapercă. Acest material poate preveni microinfiltrațiile dinspre coronar, prin aceasta oferind o sigilare superioară gutapercii. (10-13) Resilon este un polimer al caprolactonei bazat pe adeziunea la dentina pereților radiculari și se compune din conurile Resilon, sealerul pe bază de rășini compozite duale și primul autogravant.

Conurile Resilon au următoarea compoziție: policaprolactonă, sticlă bioactivă, oxid de bismut și

sulfat de bariu. Conurile pot fi standardizate, de diferite mărimi și conicități (0,02, 0,04, și 0,06), conuri nstandardizate sau accesorii și pelete pentru sistemele de injectare. Ele pot fi utilizate în oricare din tehnicile de obturare cunoscute. De asemenea, în cazul retratamentelor pot fi îndepărtate cu ajutorul solvenților uzuali. (14)

Primerul autogravant se compune din hidroxietil metacrilat, acid sulfonic, apă și inițiator de polimerizare și are rolul de a condiționa suprafața dentinară a pereților radiculari, de a o demineraliza și de a expune matricea de colagen. (15)

Epiphany sealer se găsește într-o seringă cu două compartimente, este automixabil și este puternic radioopac. Matricea rășinică se compune din Bis-GMA, etoxilat Bis-GMA, UDMA, metacrilati hidrofilici, hidroxid de calciu, sulfat de bariu, oxid de bismut și silicați și se leagă atât de dentină, cât și de conurile Resilon.

Deoarece are o priză duală, atât auto, cât și foto, este indicat să fie fotopolimerizat imediat după finalizarea obturației radiculare dinspre coronar, timp de 40 de secunde, însă el va polimeriza complet după 45 de minute. Toate cele 3 componente ale sistemului, legate între ele și la dentina radiculară, vor forma un ansamblu cunoscut sub numele de *monobloc endodontic*.

Materialul obturează nu doar întregul sistem endodontic, în special în cazul canalelor la care poate fi aplicată condensarea la cald, dar diminuează și infiltrațiile coronare prin sigilarea cu bonding a tubulilor dentinari.

Prima generație de materiale era compusă din rășini metacrilate hidrofile (Hydron; Hydron Technologies, Pompano Beach, FL, USA).

A doua generație este reprezentată de EndoRez (Ultradent, South Jordan, UT, USA) și folosește monomeri rășinici nehidrofilici care se aplică în canal după îndepărtarea detritusului dentinar remanent (*smear layer*).

A treia generație reprezentată de RealSeal (SybronEndo, Orange, CA, USA) și Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA) conțin primerul autogravant și sealerii respectivi.

A patra generație cuprinde MetaSEAL (Parkell, Farmington, NY, USA), RealSeal SE (SybronEndo) și Epiphany SE (Pentron Clinical Technologies) ce conțin compozite fluide cu primer autogravant incorporat și monomeri acizi.

Apariția sealerilor autogravanti a îmbunătățit mult tehnica de aplicare în special în treimea apicală, unde primerul este greu de aplicat corespunzător. (16)

Sistemul de obturare Resilon este astăzi disponibil sub formă de conuri și pelete Resilon, primer și sealer sau conuri și pelete Resilon și sealer autogravant. De asemenea, sistemul include și un carrier aplicator. (17)

PARTICULARITĂȚI ALE TEHNICII DE LUCRU CU RESILON

- condiționarea canalului prin introducerea unui con de hârtie impregnat în primer cu care se tapetează pereții;
- introducerea Realseal în canal, similar celorlalți sealeri;
- se poate folosi orice tehnică de obturație, nu necesită aparatură specială.

Diferențe față de obturațiile cu gutapercă:

- lavaj final al canalului cu EDTA 17% deoarece hipocloritul de sodiu afectează procesul de adeziune dentinară;
- evitarea, din același motiv, a alcoolului pentru desicarea pereților dentinari;
- Resilon devine plastic la o temperatură mai mică și de aceea setarea temperaturii la aparatele System B sau Obtura se va face la 150°C;
- fotopolimerizarea obturației radiculare finale dinspre coronar timp de 40 de secunde;
- în interiorul canalului sealerul va polimeriza complet în cca 45 de minute;
- obturația coronară se poate realiza în aceeași ședință cu obturația radiculară, cu materiale pe bază de rășini compozite fotopolimerizabile.

EFICIENȚA OBTURAȚIEI DE CANAL ADEZIVE

Pentru a compara sigilarea oferită de Resilon/Epiphany față de gutapercă și sealerii convenționali, s-au efectuat numeroase studii experimentale folosind teste de penetrare a culorii, de filtrare a fluidelor și de testare a infiltrațiilor bacteriene, în urma cărora s-a afirmat că Resilon a suferit o infiltrație mai redusă decât gutapercă. (11,12)

Shipper și colab., 2004 (4) au arătat că infiltrația bacteriană cu *Streptococcus mutans* și *Enterococcus faecalis* la 30 de zile de la obturație era mai mică în cazul folosirii Resilon față de folosirea gutapercii.

Alte studii au demonstrat că nu există diferențe semnificative statistic între cele două tipuri de obturație, deoarece infiltrația bacteriană apare la aceleași niveluri și cu aceeași viteză și în cazul folosirii Resilon/Epiphany, dar și comparativ cu gutapercă/AH Plus. (3,4,18,19)

Efectul substanțelor de lavaj și al medicației intracanalare a fost investigat de Pasqualini și colab., 2008 prin studii de infiltrație microbiană la dinții obturați cu Resilon/Epiphany. Astfel, oxigenul eliberat de către hipocloritul de sodiu inhibă polimerizarea și conduce la o adeziune mai slabă între material și peretele dentinar.

Acidul ascorbic, acidul citric precum și EDTA 17% pot inhiba acest efect nedorit. De asemenea, alcoolul nu este recomandat deoarece produce desicarea pereților dentinari, iar pentru un maxim efect adeziv este suficientă o dentină puțin umedă, așa cum se obține prin uscarea pereților cu conurile de hârtie.

Primerul se va aplica doar pe pereții canalului și nu va extruza apical. Cu ajutorul microscopului se poate observa dacă primerul a rămas în canal, iar dacă este în exces se va îndepărta.

Hidroxidul de calciu folosit ca pansament medicamentos interședințe nu a avut influențe negative asupra capacității de sigilare a Resilon/Epiphany, deși teoretic Ca(OH)_2 remanent poate neutraliza primerul acid datorită pH-ului ridicat. (20)

Sealerul Epiphany are și o bună penetrabilitate în tubulii și ramificațiile canalului radicular. Într-un studiu realizat *in vitro*, Patel și colab. (21) au demonstrat o capacitate superioară semnificativ statistic a Epiphany/Realseal de a pătrunde în tubulii dentinari și canaliculele accesorii comparativ cu Tubliseal, un sealer pe bază de oxid de zinc-eugenol. De asemenea, Epiphany/Realseal au arătat o biocompatibilitate excepțională cu țesuturile periapicale, limitând reacțiile inflamatorii post-obturație de canal. (22)

Îmbunătățirea adezivității la dentină și creșterea rezistenței dinților tratați endodontic cu Resilon/Epiphany sunt concepte controversate. Conform fabricantului, polimerul policaprolactonic Resilon conține dimetacrilati care se leagă de sealerul metacrilic care la rândul lui se leagă de dentină, rezultând un monobloc care întărește dinții. Anumite studii *in vitro* au demonstrat într-adevăr o adeziune semnificativă a Resilon/Epiphany la pereții dentinari comparativ cu gutaperca și AH Plus. (4,23)

Pe de altă parte, Gesi și colab., 2005, dar și De Deus și colab., 2009 (24,25) au arătat că adeziunea de interfață obținută cu conurile Resilon și sealerul Epiphany nu este superioară celei obținute de gutapercă și sealerii obișnuiți. Mai mult, se pare că Resilon este susceptibil de hidroliză enzimatică și alcalină, rata de hidrolizare a policaprolactonei de către lipaza PS și colinesteraza crescând proporțional cu creșterea concentrației enzimelor. (26)

Într-un studiu efectuat de Hammad și colab., 2007 (27) s-a demonstrat că dinții obturați cu mate-

riale rășinice au o rezistență crescută la fractură comparativ cu dinții obturați cu gutapercă și sealer pe bază de oxid de zinc-eugenol.

De asemenea, un studiu *in vitro* făcut de Teixeira și colab., 2004 (15) a arătat că rezistența la fractură a dinților obturați cu Resilon era mai mare față de cei obturați cu gutapercă și AH 26, atât în cazul condensării laterale, cât și verticale. Însă pentru a întări dinții ar trebui ca modulul de elasticitate al Resilon să fie comparabil cu cel al dentinei (15.000-18.000 Mpa), în realitate acesta fiind mult mai mic. (28)

Prin analiza comparativă a adeziunii oferite de Epiphany și AH Plus (sealer pe bază de rășini epoxi), s-a constatat că sealerul rășinic a prezentat o adeziune semnificativ superioară celei oferite de Epiphany, chiar în condițiile condiționării suplimentare a canalului radicular executate înainte aplicării acestuia din urmă. O posibilă explicație pentru acest fapt ar fi crearea unor puternice legături covalente între rășinile epoxi și grupările amino din rețeaua colagenică a peretelui dentinar radicular. (29)

Totodată, calitatea sigilării apicale obținute cu Resilon și Epiphany se pare că nu este superioară celei realizate de gutapercă și alți sealeri, datorită contracțiilor de polimerizare care apar între conuri și sealer, acest fenomen fiind influențat și de prezența tubulilor dentinari apicali. (18)

Epiphany conține monomeri ionici și hidrofilici care îl fac susceptibil la absorbția apei. O mare capacitate hidrofilică nu este de dorit în cazul unui sealer, deoarece, pe de o parte, aceasta îl poate face să elibereze componente care pot fi iritante pentru parodontiul apical, iar pe de altă parte disoluția poate provoca apariția de goluri între peretele dentinar și materialul de obturație de canal, ceea ce poate cauza infiltrații apicale ulterioare și compromiterea în timp a tratamentului endodontic. (30,31)

Toate aceste studii experimentale nu au ținut însă cont de condițiile particulare ale mediului bucal, cu variații de temperatură și supraîncărcări ocluzale în masticație care pot duce la formarea de goluri între dentină și materialul rășinic și, prin aceasta, la microinfiltrații ulterioare. Cu toate acestea, ele rămân un mijloc eficient de testare a noilor materiale de obturație de canal.

În cazul reluărilor de tratament, apare necesitatea îndepărtării cu ușurință a materialelor de obturație de canal. Sistemul Resilon/Epiphany poate fi îndepărtat din canal folosind solvenți uzuali, instrumente manuale și rotative sau prin aplicarea de căldură. Dezobturarea necesită un timp de lucru mai îndelungat și are o eficacitate mai redusă, pereții radiculari mai păstrând urme de material aderent. (16).

Somma și colab., 2008 (32) au comparat eficacitatea acelor de dezobturare rotative Mtwo și Protaper, precum și a acelor manuale Hedstrom în dezobturarea a 3 materiale de obturație de canal diferite: gutapercă, Resilon și EndoRez, studiind dinții la stereomicroscop și SEM și au constatat, pe lângă un timp de lucru mai redus în cazul acelor rotative, pereți dentinari mai puțin dezobturați în cazul Resilon comparativ cu gutapercă.

În ciuda rezultatelor contradictorii obținute de diversele studii experimentale, practicienii s-au arătat interesați de comportamentul clinic al acestor noi materiale de obturație de canal.

Un studiu clinic realizat la Universitatea din North Carolina în colaborare cu diferite clinici particulare pe dinți cu și fără parodontite apicale cronice obturați cu ajutorul Resilon/Epiphany, a arătat la monitorizarea de 1 an o rată de vindecare de 90%, un rezultat excelent pentru acest nou sistem de obturare. (33)

De asemenea, un studiu clinic pe 103 dinți a relevat rezultate similare în vindecare între sistemele adezive și non-adezive convenționale de obturare a canalului radicular (34). Cu toate acestea, studiile clinice efectuate până în prezent având ca subiect rezultatele tratamentului endodontic folosind rășini

adezive sunt insuficiente pentru a trage o concluzie în privința acestor materiale. (35)

Anatomia structurală a sistemului endodontic și heterogenitatea compoziției dentinare nu sunt în general favorabile legăturilor adezive, iar materialele pe bază de rășini meta-acrilice suferă importante contracții volumetrice după priză. (25) Această modificare volumetrică este incompatibilă cu o bună aderență a materialului de obturație la peretele canalului dentinar.

CONCLUZII

Sistemul Resilon, cu conceptul său inovator de adeziune la pereții dentinari, constituie o alternativă practică la obturația de canal convențională cu gutapercă.

Rezultatele contradictorii ale studiilor actuale experimentale trebuie luate în considerare pentru justa evaluare din perspectivă clinică a materialelor adezive de obturație de canal.

Ținând însă cont de prețul de cost mult mai ridicat și de parametrii clinici discutabili ai obturației de canal adezive, se pare că gutapercă și sealerii convenționali rămân în continuare materialele preferate în obturarea canalelor radiculare.

BIBLIOGRAFIE

1. Macleod I., Heath N. – Cone-beam computed tomography (CBCT) in dental practice. *Dent and Maxillofacial Radiol* 2008; 35:590-598
2. Shemesh H., Wu M.K., Wesselink P.R. – Leakage along root fillings with and without smear layer using two different leakage models; a two month longitudinal ex vivo study. *Int Endod J* 2006; 39:968-976
3. Baumgartner G., Zehnder M., Paqua F. – Enterococcus faecalis type strain leakage through root canals filled with gutta-percha/AH plus or Resilon/Epiphany. *J Endod* 2007; 33:45-47
4. Shipper G., Ørstavik D., Teixeira F.B., Trope M. – An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 2004; 30:342-347
5. Schwartz R.S. – Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system – the promise and the problems: a review. *J Endod* 2008; 32:1125-1134
6. Ng Y.L., Mann V., Gulabivala K. – A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J* 2011a; 44:583-609
7. Ng Y.L., Mann V., Gulabivala K. – A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J* 2011b; 44:610-625
8. Siqueira J.F., Rocas I.N., Alves F.R., Campos L.C. – Periradicular status related to the quality of coronal restorations and root fillings in a Brazilian population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005; 100:369-374
9. Nica L. – Obturația endodontică, principii și tehnici. Ed. Eurostampa, Timișoara, 2011; p.11-15, 22-25
10. Shipper G., Teixeira F.B., Arnold R.R., Trope M. – Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon. *J Endod* 2005; 31:91-96
11. Tunga U., Bodrumlu E. – Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *J Endod* 2006; 32:876-878
12. Stratton R.K., Apicella M.J., Mines P. – A fluid filtration comparison of gutta-percha versus Resilon, a new soft resin endodontic obturation system. *J Endod* 2006; 32:642-645
13. Ishimura H., Yoshioka T., Suda H. – Sealing ability of new adhesive root canal filling materials measured by new dye penetration method. *Dent Mat J* 2007; 26(2), 290-295
14. Arens D.E., Gluskin A.H., Peters C.I., Peters O.A. – Practical Lessons in Endodontic Treatment. Quintessence Publ. Co, Hanover Park, 2009; p.254-258
15. Teixeira F.B., Teixeira E.C., Thompson J., Leinfelder K.F., Trope M. – Dental bonding reaches the root canal system. *J Esthet Restor Dent* 2004; 16:348-354
16. Deepti S., Xi W., Wan-Cui W., Jun-Qi L. – Resilon: a methacrylate resin-based obturation system. *J Dent Sci* 2010; 5(2):47-52
17. Ordinola-Zapata R., Bramante C.M., Bernardinelli N., et al. – A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108:961-968
18. Tay F.R., Loushine R.J., Weller R.N., Kimbrough W.F., Pashley D.H., Mak Y.F., Lai C.N.S., Raina R., Williams M.C. – Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. *J Endod* 2005; 31:514-519
19. Perdigão J., Lopes M.M., Gomes G. – Interfacial adaptation of adhesive materials to root canal dentin. *J Endod* 2007; 33(3):259-263
20. Pasqualini D., Scotti N., Mollo L. et al. – Microbial leakage of gutta-percha and resilon root canal filling material: a comparative study using a new homogeneous assay for sequence detection. *J Biomater Appl* 2008; 22:337-352

21. **Patel D.V., Sherriff M., Ford T.R.P., Watson T.F., Mannocci F.** – The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *J Endod* 2007; 40:67-71
22. **Leonardo M.R., Barnett F., Debelian G.J., de Pontes Lima R.K., da Silva L.A.B.** – Root canal adhesive filling in dogs' teeth with or without coronal restoration: a histopathological evaluation. *J Endod* 2007; 33:1299-1303
23. **Onay E.O., Ungor M., Ari H., Belli S., Ogus E.** – Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root anal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 107:879-85
24. **Gesi A., Raffaelli O., Goracci C., Pashley D.H., Tay F.R., Ferrari M.** – Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod* 2005; 31:809-13
25. **De-Deus G., Di Giorgi K., Fidel S., Fidel R.A.S., Paciornik S.** – Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany Self-Etch to root dentin. *J Endod* 2009; 35:1048-1050
26. **Hiraishi N., Yau J.Y., Loushine R.J. et al.** – Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal-filling material to degradation, III: turbidimetric evaluation of enzymatic hydrolysis. *J Endod* 2007; 33:952-956
27. **Hammad M., Qualtrough A., Silikas N.** – Effect of new obturating materials on vertical root fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Endod* 2007; 33:732-736
28. **Williams C., Loushine R.J., Weller R.N., Pashley D.H., Tay F.R.** – A comparison of cohesive strength and stiffness of Resilon and gutta-percha. *J Endod* 2006; 32:553-555
29. **Fisher M., Bahcall J.** – An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod* 2007; 33:856-858
30. **Donnelly A., Sword J., Nishitani Y. et al.** – Water sorption and solubility of methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod* 2007; 33:990-994
31. **Paque F., Sirtes G.** – Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/AH Plus: immediate and 16-months leakage. *Int Endod J* 2007; 40:722-729
32. **Somma F., Cammarota G., Plotino G., Grande N.M., Pameijer C.H.** – The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod* 2008; 34:466-469
33. **Conner D.A., Caplan D.J., Teixeira F.B., Trope M.** – Clinical outcome of teeth treated endodontically with a nonstandardized protocol and root filled with resilon. *J Endod* 2007; 33(11):1290-1292
34. **Cotton T.P., Schindler W.G., Schwartz S.A., Watson W.R., Hargreaves K.M.** – A retrospective study comparing clinical outcomes after obturation with Resilon/Epiphany or Gutta-Percha/Kerr sealer. *J Endod* 2008; 34(7):789-797
35. **Shanahan D.J., Duncan H.F.** – Root canal filling using Resilon: a review. *Br Dent J* 2011; 211(2):81-88