

BioRoot™ RCS

Kas juurekanali obturatsioonis
on standardi muutmine
võimalik?



Josette Camilleri

B.Ch.D., M.Phil., Ph.D., FICD, FADM, FIMMM, FHEA
(Ühendkuningriik) hambaravi teaduskond
kliiniliste teaduste instituut
meditsiini- ja hambaraviteaduste kolledž
Birminghami ülikool, Birmingham, Ühendkuningriik



Sissejuhatus

Hüdrauliliste kaltsiumsilikaatmaterjalide kasutuselevõtt juurekanali siileritena oli algupärase mineraaltrioksiidagregaadi (MTA) koostise viimane arendus. Esimene vastavateemaline artikkel andis ülevaate MTA kasutusest juurekanali siilerina koostoimes gutapertšiga (1). MTA kasutus siilerina tõi kaasa mineraliseerunud koe tekke ja seetõttu oli see esimene uuring, mis analüüsis biomineralisatsiooni protsessi ja kooreaktsioone MTA ja selle kaltsiumit vabastava võime suhtes (2). MTA kasutus siilerina tõi kaasa suurema apikaalse lekke kui gutapertši obturatsioonid (3). MTA

toimemehhanismist ja selle hüdratatsioonimehhanismidest anti ülevaade hiljem (4–6) ning sellele järgnes juurekanali siilerite arendamine. Esimesed turule jõudnud eksemplarid arendati 2008. aastal Egeo ja Angeluse poolt (7). Samal ajal avaldati ka Dentsply koostatud artikkel ProRoot Endo siileri kohta (8), kuid seda siilerit ei lastud kuni hiljutise ajani turule. Hetkel kliiniliselt saadavate siilerite valik on esitatud tabelis 1.

Nende siilerite seas on Septodonti arendatud BioRoot™ RCS. Käesolev artikkel vaatlebki selle siileri koostist ja omadusi.

Ettevõtte	Materjal	Tsemendi tüüp	Röntgen kontrastne aine	Lisaained	Põhi	Vorm	Segamine
Angelus	MTA Fillapex	Portlandi tsement	vismutoksiid	ränioksiid	Salitsülaatvaik	kahe tuubiga ja toruga süstal	käsitsi
			kaltsiumvolframaat				
Egeo	CPM	Portlandi tsement	vismutoksiid, baariumsulfaat	kaltsiumkarbonaat, propüleenglükool-alginaat, naatriumsitraat, kaltsiumkloriid	vesi	pulber/vedelik	käsitsi
Maruchi	Endoseal MTA		vismutoksiid, tsirkooniumoksiid	putsolaan	-	süstal	eelsegatud
Innovative Bioceramix Inc Brasseler FKG	IRoot SP Endosequence BC Totalfill	Trikaltsium-silikaat	tsirkooniumoksiid	kaltsiumfosfaat	-	süstal	eelsegatud
Septodont	BioRoot™ RCS		tsirkooniumoksiid	vees lahustuv polümeer	vesi	pulber/vedelik	käsitsi

Tabel 1. Kliiniliselt saadaval olevate trikaltsiumsilikaadipõhiste siilerite valik.

Koostis

BioRoot™ RCS-il on kõige lihtsam koostis, nagu on näha tabelist 1. See on veepõhine ja muutus tsemendist siileriks sõltub vees lahustuva polümeeri sisaldusest koostises, mis annab materjalile voolavuse. Esimene artikkel materjali omaduste parandamiseks Portlandi tsemendile vees lahustuva polümeeri lisamisest avaldati 2005. aastal (9). Ülevaade vees lahustuva polümeeri kasutamisest juurekanali siileri loomiseks anti 2009. aastal (10). Selles uuringus vaadeldi mitmeid polümeerilisandeid ja nende mõju saadud

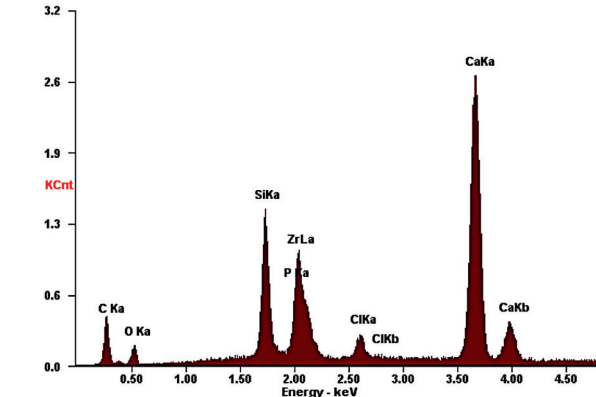
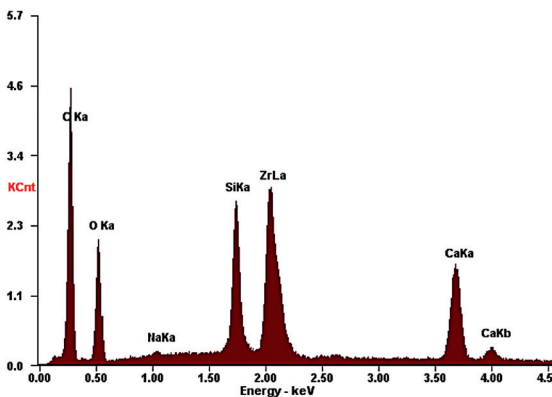
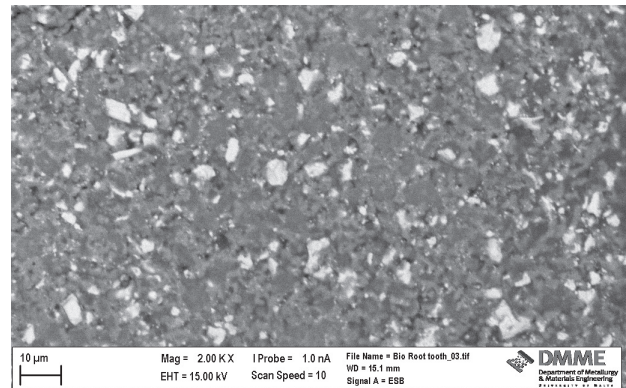
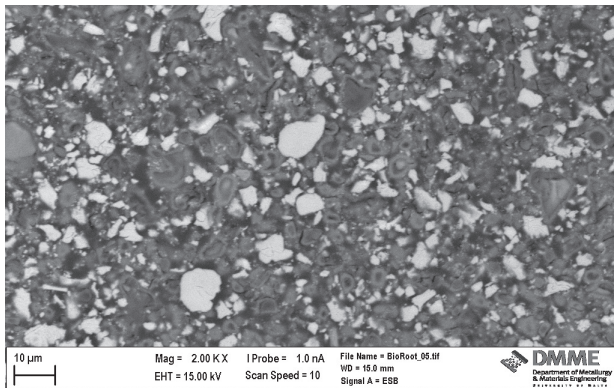
materjali omadustele ja hüdratiseerumisele. Vees lahustuva polümeeri lisamine MTA-le ei muutnud materjali hüdratiseerumise (vee molekulidega ühinemise) omadusi ja andis hoopis paremate omadustega materjali, mis sobis kasutamiseks endodontilise siilerina (10). Lisaks oli uuel MTA baasil siileril hea kõvastumisaeg, ja see oli dimensionaalselt stabiilne. Uus materjal oli piisavalt hea, et kliinilises praktikas juurekanali siilerina kasutusele võtta (11). BioRoot™ RCS on pulbri ja vedeliku kujul, nagu on näha joonisel 1.



Pulber sisaldab aktiivse tsementeeruva materjalina trikaltsiumsilikaati ja röntgenkontrastse aine tsirkooniumoksiidi (12). Vedelik koosneb veest, kaltsiumkloriidist, povidoonist ja vees lahustuvast polümeerist. Siileri mikrostruktuur ja elementanalüüs on näidatud joonisel 2 (A, C), selle hüdratiseerumine 28-päevase perioodi jooksul koos kaltsiumhüdroksiidi tekkega joonisel 3. Elementanalüüs saab kinnitust ühes teises hiljutises uuringus (13). Lahusesse panduna vabaneb siilerist suuremal määral kaltsiumioone võrreldes teiste trikaltsiumsilikaatide baasil siileritega, nagu Endosequence BC siiler ja MTA Fillapex (13).

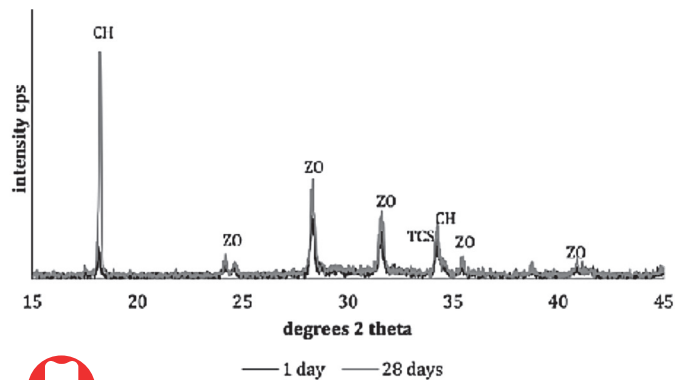


Joonis 1. Septodonti BioRoot™ RCS-i tarnevorm, kus on näha pakend pulbripurgi ja lusikaga ning pipetid vedelikuga.



Joonis 2: BioRoot™ RCS-i pinna mikrostruktuur, mis näitab peamisi faase ja elemendianalüüsid näidatuna *in vitro* meetodil (A, C) ja ka kokkupuutel dentiiniga (B, D), kus on näha keemilised muutused, sh fosfaatide teke (uuesti trükitud Xuereb et al. 2015 loal).

Joonis 3: BioRoot™ RCS-i hüdratiseerumine, mis näitab, et kristallilised faasid tekkisid pärast 1. ja 28. päeva pärast segamist, kasutades röntgen-difraktomeetriat (uuesti trükitud Xuereb et al. 2015 loal).



Omadused

Kõvastumisaeg

BioRoot™ RCS-i lõplik kõvastumisaeg oli 324 (±1) minutit, mis oli lühem kui AH Plusi kõvastumisaeg (15). MTA Fillapex ei kõvastunud kasutamisel võrrelduna teiste trikalsiumsilikaadi baasil juurekanali siileritega (14, 15). BioRoot™ RCS-i kõvastumisaeg vähenes drastiliselt soojuste kasutamisel vertikaalse kuumkompaktsiooniga obturatsioonitehnikates (16). Kokkupuude märja keskkonnaga pikendas kõvastumisaega oluliselt (14). Õigupoolest soovib tootja kasutada BioRoot™ RCS-i ainult külmobturatsioonitehnikas, täpsemalt koos gutapertšiga ühe tihvti obturatsioonitehnikas.

Lahustuvus

Uuringust selgus, et kohe pärast vette kastmist on BioRoot™ RCS vähem lahustuv kui AH Plus ja MTA Fillapex, kuid selle lahustuvus oli suurem võrdluses vaigupõhiste siileritega (15). Lahustuvus võimendab siileri bioloogilisi omadusi. Fosfaatpuhvriga füsioloogilisse lahusesse kastmine parandas BioRoot™ RCS-i lahustuvust pikas perspektiivis ja pinnasadet vaadeldi 14. päeval ja 28. päeval pärast kastmist (15).

Voolavus ja kihi paksus

BioRoot™ RCS-il on väiksem voolavus ja suurem kihi paksus (12), kui on standardi ISO 6976;2012 (17) soovitatud piirid. ISO soovitusel on ette nähtud inertsetele siileritele, mida BioRoot™ RCS pole. Voolavust ja kihi paksust mõjutab vertikaalse kuumkompaktsiooni protseduuri ajal kasutatud kuumus (16). Tootja soovib tegelikult kasutada külmobturatsioonitehnikaid.

Röntgenkontrastsus

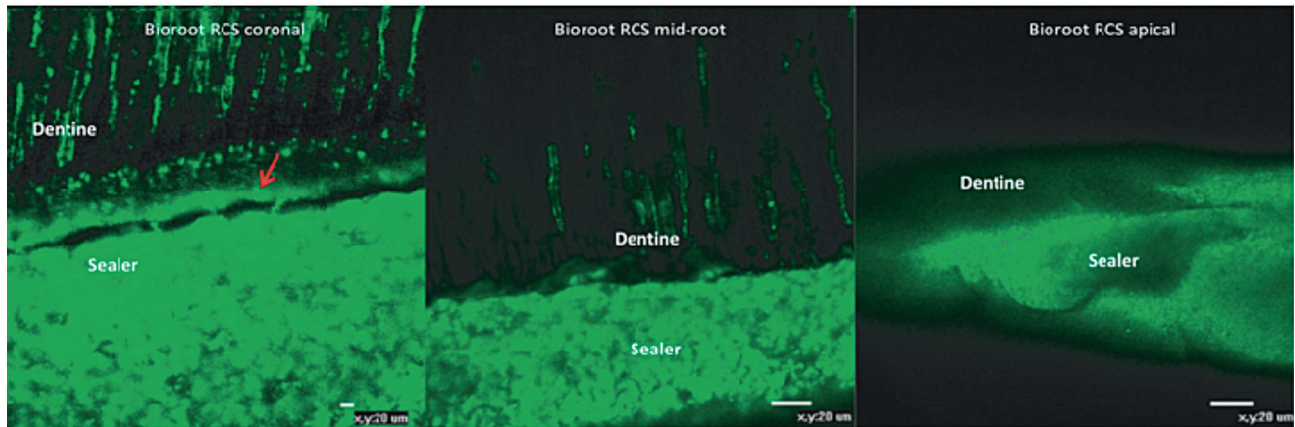
BioRoot™ RCS-i röntgenkontrastsus oli suurem kui standardi ISO6876;2012 (17) määratletud alumine piir ja sarnane AH Plusile ja MTA Fillapexile (15). Näidati, et röntgenkontrastsus on umbes 9 mm alumiiniumi paksust, mis on sarnane Endosequence BC siilerile ja suurem kui MTA Fillapexi oma (14).

Kaltsiumiioonide vabanemine

Leiti, et BioRoot™ RCS vabastab vesilahuses kaltsiumi määral, mis on palju suurem kui teiste sarnaste siileritüüpide puhul. Õigupoolest vabastab see kaks korda sama palju kaltsiumioone kui Endosequence BC siiler ja kümme korda sama palju kui MTA Fillapex sama aja ja samade tingimuste juures (14). Biomineralisatsioon ja fosfaatide ladestumine materjalil kokkupuutel dentiiniga on näidatud (14) joonisel 2 (B, D).

Biomineralisatsioon

On välja selgitatud, et trikalsiumsilikaadi baasil materjalide kokkupuude dentiiniga ja koevedelikega toob kaasa fosfaatide ladestumise materjali pinnal. Seda on põhjalikult kirjeldatud MTA puhul (18–20). Dentiini ja Biodentine™-i vastasmõju on samuti hästi dokumenteeritud. Keemiline side saavutatakse materjali ja hamba liitekohas mineraalse infiltratsioonitsoon kaudu (21). See omadus on siilerite puhul oluline, sest siileri tihedus sidusus juurekanali dentiiniga tingib vähem mikrolekkeid. BioRoot™ RCS-i puhul on nähtud mineraali infiltratsioonitsooni, kasutades konfokaalset mikroskoopi (22). Mineraali infiltratsioonitsoon ja siileri kinnitumissiirded tagavad siileri kohandamise ja tiheda sidususe juurekanali dentiiniga (joonis 4). Kinnitumissiirded ja mineraalirikas tsoon olid rohkem nähtavad koronaalses osas kui juure keskosas ja apikaalselt. Seda võib põhjustada etüleendiiamiintetraäädikhappe (EDTA) piiratud toime loputamisel ja mustusekihi eemaldamisel sügavamal juurekanalis (23). Fosfori infiltratsioon BioRoot™ RCS-i sisse, kui siiler puutub kokku dentiiniga, pole veel tõestust leidnud. Pinnafaasi analüüs, mis kasutas teravanurgalist röntgen-difraktomeetriat, ei leidnud kaltsiumfosfaadi teket materjalil kokkupuutel dentiiniga. Seda näidati *in vitro* – *in vivo* mudeliga, kus kasutati füsioloogilise lahusega täidetud madalarõhulist sammast, et hinnata materjali kõvastumist ja keemilist koostist kasutamise ajal. See testimine on töökindlam kui *in vitro* testimine, kus kasutatakse suuri vedeliku-



Joonis. 4: Konfokaalsed mikroskoobiülesvõtted BioRoot™ RCS-i ja dentiini liitekohas erinevatel tasemetel piki juurekanalit, mis näitab mineraali infiltratsioonitsooni ja siileri kinnitumist dentiiniuubulites (uuesti trükitud Viapiana et al. 2016 loal).

mahtusid, mis pole kliiniliselt sobiv olukord (14). Siileri ja juurekanali seina nakke suurendamiseks on soovitatud kasutada fosfaatpuhvriga füsioloogilist lahust juurekanali loputusvahendina (23). See vabastab fosfaatioone, mis suurendab naket liitekohas. Kaltsiumfosfaadi ladestumist on kaudselt järeltatud nakketugevuse suurenemisest trikalsiumsilikaadi baasil juurekanali siilerite väljatõmbamisel (24).

Võrreldes MTA Fillapexi ja AH Plusiga näitas BioRoot™ RCS suurimat antimikroobset toimet. Juurekanali siilerite antimikroobne toime oli suurem, kui eelnevalt kasutati lõpliku loputusvahendina EDTA-d.

Kahjuks nähti BioRoot™ RCS-i ja teiste sarnase keemilise koostisega siilerite, sh AH Plusi puhul antimikroobsete omaduste vähenemist, kui lõpliku loputusvahendina juurekanali ravi ajal kasutati fosfaadipuhvriga füsioloogilist lahust (25).

Bioühilduvus

BioRoot™ RCS-i elueerimised ja isegi rakkude otsesed külvamised materjalidele näitasid rakkude paljunemise kõrget taset. Periodontaalse

ligamendi tüvirakkude migratsioon oli suurem BioRoot™ RCS-i puhul ja rakud säilitasid enda mesenhümaalse fenotüübi (26). Seda kinnitas üks teine uuring, mis testis BioRoot™ RCS-i ja teiste trikalsiumsilikaadi baasil siilerite eluaate üheskoos AH Plusiga. Ühepäevane eluaat ei näidanud tsütotoksilist mõju, samas kui 48-tunnised ja 72-tunnised ekstraktid näitasid kergest tsütotoksilisust (27). BioRoot™ RCS-i ühepäevast eluaati analüüsiti ka teises uuringus ja selles ei vaadeldud DNA topeltahela katkemisi võrreldes teiste vaik- ja silikaadipõhiste juurekanali siileritega (28). BioRoot™ RCS ei vähendanud pulbi A4 tüvirakkude mineralisatsiooni potentsiaali. See polnud nii tsütotoksiline kui Pulp Canal Sealer, mis on tsinkoksiid-eugenoolil baseeruv materjal. See ei suunanud pulbi tüvirakke eristumise poole, vaid säilitas nende osteo-odontogeensed sisemised omadused (29). Samuti näitas BioRoot™ RCS vähem toksilisi mõjusid periodontaalse ligamendi rakkudele kui Pulp Canal Sealer ja ajendas suuremat angiogeenset ja osteogeenset kasvategurite eritust kui Pulp Canal Sealer (30).



Josette Camilleri

B.Ch.D., M.Phil., Ph.D., FICD, FADM, FIMMM,
FHEA (Ühendkuningriik) hambaravi teaduskond
kliiniliste teaduste instituut
meditsiini- ja hambaraviteaduste kolledž
Birminghamsi ülikool
Birmingham
Ühendkuningriik

Biograafia

Professor Josette Camilleri omandas bakalaureuse- ja magistrikraadi hambakirurgias Malta ülikoolis. Ta lõpetas doktoriõppe Guy haiglas, Londoni kuninglikus kolledžis, juhendajaks nüüdseks meie hulgast lahkunud professor Tom Pitt Ford.

Ta on töötanud Malta ülikooli tehiskeskonna teaduskonna tsiviilehituse ja hoonete projekteerimise osakonnas ja Malta Ülikooli hambakirurgia teaduskonna restauratiivse hambaravi osakonnas. Praegu on ta Birminghami ülikooli hambaravi teaduskonna vanemteadur. Tema uurimishuvivad hõlmavad endodontilisi materjale, nagu juuretüpi täitematerjalid ja juurekanali siilerid, pöörates erilist tähelepanu mineraaltrioksiidagregaadile, Portlandi tsemendi hüdratiseerimisele ja teistele tsementeeruvatele materjalidele, mida kasutatakse biomaterjalidena ja ka ehitustööstuses.

Josette on avaldanud üle 100 artikli eelretsenseeritavates rahvusvahelistes ajakirjades ja tema töid on tsiteeritud üle 4000 korra. Ta oli 2014. aastal Springeri artikli „Mineral trioxide aggregate. From preparation to application” toimetajaks. Ta on raamatute „Harty’s Endodontics in Clinical Practice“ 7. trüki (toim B. S. Chong) ja „Glass Ionomer Cements in Dentistry“ (toim S. K. Sidhu) kaasautoriks. Ta on rahvusvaheliselt tegutsev lektor, arvustaja ja paljude rahvusvaheliste ajakirjade teaduskomiteede liige, sh Journal of Endodontics, Scientific Reports, Dental Materials, Clinical Oral Investigation, Journal of Dentistry, Acta Odontologica Scandinavica ja Acta Biomaterialia.

Viited

1. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PF, Dezan Júnior E. Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. J Endod. 1999 Nov;25(11):728-30.
2. Holland R, de Souza V, Nery MJ, Bernabé oF, Filho JA, Junior ED, Murata SS. Calcium salts deposition in rat connective tissue after the implantation of calcium hydroxide-containing sealers. J Endod. 2002 Mar;28(3):173-6.
3. Vizgirda PJ, Liewehr FR, Patton WR, McPherson JC, Buxton TB. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. J Endod. 2004 Feb;30(2):103-6.
4. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TR. The constitution of mineral trioxide aggregate. Dent Mater. 2005 Apr;21(4):297-303.
5. Camilleri J. Hydration mechanisms of mineral trioxide aggregate. Int Endod J. 2007 Jun;40(6): 462-70.
6. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. Int Endod J. 2008 May;41(5):408-17.
7. Monteiro Bramante C, Demarchi AC, de Moraes IG, Bernadineli N, Garcia RB, Spångberg LS, Duarte MA. Presence of arsenic in different types of MTA and white and gray Portland cement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 Dec;106(6):909-13.
8. Weller RN, Tay KC, Garrett LV, Mai S, Primus CM, Gutmann JL, Pashley DH, Tay FR. Microscopic appearance and apical seal of root canals filled with gutta-percha and ProRoot Endo Sealer after immersion in a phosphate-containing fluid. Int Endod J. 2008 Nov;41(11): 977-86.
9. Camilleri J, Montesin FE, Di Silvio L, Pitt Ford TR. The chemical constitution and biocompatibility of accelerated Portland cement for endodontic use. Int Endod J. 2005 Nov; 38(11):834-42.
10. Camilleri J. Evaluation of selected properties of mineral trioxide aggregate sealer cement. J Endod. 2009 Oct;35(10):1412-7.



11. Camilleri J, Mallia B. Evaluation of the dimensional changes of mineral trioxide aggregate sealer. *Int Endod J.* 2011 May;44(5):416-24.
12. Khalil I, Naaman A, Camilleri J. Properties of Tricalcium Silicate Sealers. *J Endod.* 2016 Oct; 42(10):1529-35.
13. Reszka P, Nowicka A, Lipski M, Dura W, Drożdżik A, Woźniak K. A Comparative Chemical Study of Calcium Silicate-Containing and Epoxy Resin-Based Root Canal Sealers. *Biomed Res Int.* 2016;2016:9808432.
14. Xuereb M, Vella P, Damidot D, Sammut CV, Camilleri J. In situ assessment of the setting of tricalcium silicate-based sealers using a dentin pressure model. *J Endod.* 2015 Jan;41(1): 111-24.
15. Prüllage RK, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate- containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod.* 2016 Dec;42(12):1784-1788.
16. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *J Endod.* 2015 Jan;41(1): 72-8.
17. International Standard Organisation (2012). ISO 6876; Dentistry -- Root canal sealing materials.
18. Sarkar NK, Caicedo R, Ritwik P, Moiseyeva R, Kawashima I. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2005 Feb;31(2):97-100.
19. Tay FR, Pashley DH, Rueggeberg FA, Loushine RJ, Weller RN. Calcium phosphate phase transformation produced by the interaction of the portland cement component of white mineral trioxide aggregate with a phosphate-containing fluid. *J Endod.* 2007 Nov;33(11): 1347-51.
20. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. Biomineralization ability and interaction of mineral trioxide aggregate and white portland cement with dentin in a phosphate-containing fluid. *J Endod.* 2009 May;35(5):731-6.
21. Atmeh AR, Chong EZ, Richard G, Festy F, Watson TF. Dentin-cement interfacial interaction: calcium silicates and polyalkenoates. *J Dent Res.* 2012 May;91(5):454-9.
22. Viapiana R, Moinzadeh AT, Camilleri L, Wesselink PR, Tanomaru Filho M, Camilleri J. Porosity and sealing ability of root fillings with gutta-percha and BioRoot™ RCS or AH Plus sealers. Evaluation by three ex vivo methods. *Int Endod J.* 2016 Aug;49(8):774-82.
23. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. A phosphate-buffered saline intracanal dressing improves the biomineralization ability of mineral trioxide aggregate apical plugs. *J Endod.* 2010 Oct;36(10):1648-52.
24. Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. The biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement on dentin enhances the push-out strength. *J Endod.* 2010 Feb;36(2):286-91.
25. Arias-Moliz MT, Camilleri J. The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers. *J Dent.* 2016 Sep;52:30-6.
26. Collado-González M, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Ortolani-Seltenerich PS(3), Lozano A, Forner L, Elena C, Rodríguez-Lozano FJ. Biocompatibility of three new calcium silicate- based endodontic sealers on human periodontal ligament stem cells. *Int Endod J.* 2016 Sep 26. doi: 10.1111/iej.12703. [Epub ahead of print]
27. Poggio C, Riva P, Chiesa M, Colombo M, Pietrocola G. Comparative cytotoxicity evaluation of eight root canal sealers. *J Clin Exp Dent.* 2017 Apr 1;9(4):e574-e578.
28. Eldeniz AU, Shehata M, Högg C, Reichl FX. DNA double-strand breaks caused by new and contemporary endodontic sealers. *Int Endod J.* 2016 Dec;49(12):1141-1151.
29. Dimitrova-Nakov S, Uzunoglu E, Ardila-Osorio H, Baudry A, Richard G, Kellermann O, Goldberg M. In vitro bioactivity of BioRoot™ RCS, via A4 mouse pulpal stem cells. *Dent Mater.* 2015 Nov;31(11):1290-7.
30. Camps J, Jeanneau C, El Ayachi I, Laurent P, About I. Bioactivity of a Calcium Silicate-based Endodontic Cement (BioRoot™ RCS): Interactions with Human Periodontal Ligament Cells In Vitro. *J Endod.* 2015 Sep;41(9):1469-73.
31. Harik R, Salameh Z, Habchi R, Camilleri J. The effect of irrigation with EDTA on calcium-based root canal sealers: a SEM-EDS and XRD study. *Journal of the Lebanese Dental Association* 2016; 49:12-23.
32. Donnermeyer D, Bunne C, Schäfer E, Dammaschke T. Retreatability of three calcium silicate- containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Investig.* 2017 Jun 22. doi: 10.1007/s00784-017-2156-5. [Epub ahead of print].

