Penilaian kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer* dengan menggunakan *rotary instrument* dengan disain *convex triangular* dan *rectangular cross section* (*Hygiene assessment on apical third of root canal wall of smear layer using rotary instrument design convex triangular and rectangular cross section*)

¹Nurni Amda, ²Juni Jekti N, ²Aries Chandra Trilaksana, ²Christine Anastasia Rovani, ²Nurhayaty Natsir, ²Indrya Kirana Mattulada

¹Poli Gigi RS Wahidin Sudirohusodo/Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Konservasi

²Bagian Konservasi

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
Makassar, Indonesia

ABSTRACT

This study aim to compare the smear layer clearance on the apical third of the root canal walls instrumented with convex triangular cross- section designed hand instruments, rectangular cross-section and convex triangular cross-section designed rotary instruments. Mandibular premolars that met the inclusion criteria were divided into 3 groups of 10 samples, and prepared using convex triangular cross section design rotary instruments, convex triangular cross-section and rectangular cross-section design rotary instruments. After preparation and drainage, the sample was cut into halves using a stainless steel chisel, a section was randomly selected and examined using SEM with 1000 X. This study showed that the smear layer clearance of hand instrument group was the lowest compared to other two groups, the rotary instruments with rectangular cross-section design showed the highest percentage smear layer clearance among the three groups. It was concluded that root canal preparation using a rotary instrument design convex triangular cross section produces hygiene apical third of the canal walls of the smear layer significantly compared to manual instruments designed convex triangular cross section and root canal preparation with a rotary instrument design of rectangular cross section produces hygiene apical third of the wall root canal of the smear layer significantly compared convex design of triangular cross section.

Key words: *hygiene of apical third of root canal wall, smear layer, rectangular cross section rotary instrument, convex triangular cross section rotary instrument*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menilai perbedaan kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer* antara preparasi yang menggunakan *hand use* dan *rotary instrument design convex triangular cross section* dengan *rotary instrument design rectangular cross section*. Sampel gigi premolar rahang bawah yang memenuhi kriteria inklusi dibagi 3 kelompok, masing-masing sebanyak 10 sampel, lalu dipreparasi dengan menggunakan instrumen *hand use design convex triangular cross section*, *rotary instrument design convex triangular cross section*, dan *rotary instrument design rectangular cross section*. Setelah dipreparasi, sampel dikeringkan, gigi dibelah dua menggunakan *stainless steel chisel*. Salah satu belahan gigi dipilih secara acak, kemudian diamati dengan SEM (pembesaran 1000x). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok *hand use instrument* mempunyai persentase kebersihan *smear layer* yang paling rendah, sedangkan kelompok *rotary instrument rectangular cross section* memiliki persentase yang paling tinggi. Disimpulkan bahwa preparasi saluran akar menggunakan *rotary instrument design convex triangular cross section* menghasilkan kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer* secara signifikan dibandingkan *manual instrument design convex triangular cross section* dan preparasi saluran akar dengan menggunakan *rotary instrument* desain *rectangular cross section* menghasilkan kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer* secara signifikan dibandingkan desain *convex triangular cross section*.

Kata kunci: *kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar, smear layer, rectangular cross section rotary instrument, convex triangular cross section rotary instrument*

Koresponden: Nurni Amda, Jl. Ratulangi No.94B, Makassar 90125, Indonesia. E-mail: naniamda@gmail.com

PENDAHULUAN

Prinsip utama perawatan saluran akar meliputi *triad* endodontik, yang terdiri atas preparasi akses, preparasi saluran akar meliputi *cleaning*, *shaping* serta obturasi.¹⁻³ Preparasi saluran akar merupakan tahapan terpenting dalam perawatan saluran akar.^{3,4}

Preparasi saluran akar menimbulkan lapisan tipis pada dinding saluran akar, yang mengandung berbagai

komponen gigi seperti dentin, sisa jaringan pulpa dan organisme mikro. Lapisan ini dikenal sebagai *smear layer*; pada *scanning electron microscope* terlihat sebagai lapisan *irregular* yang *amorf*. *Smear layer* bertindak sebagai substrat untuk bakteri yang tersisa di dalam tubuli dentin yang menghalangi penetrasi irigan dan medikamen, serta adesi penetrasi sealer ke dalam tubuli dentin, karena tubuli dentin tertutup.^{5,6}

Untuk mencapai tujuan perawatan saluran akar, banyak alat preparasi saluran akar didisain. Akan tetapi alat dari bahan NiTi yang digerakkan dengan mesin merupakan metode preparasi saluran akar yang saat ini banyak dilakukan, sebab hasil preparasinya lebih konsisten dan lebih cepat.^{7,8} Instrumen NiTi mampu mempertahankan bentuk alami saluran akar sehingga terjadinya *zipping*, *ledge*, dan perforasi pada saluran yang sempit dan bengkok dapat dikurangi.^{8,9} Bertrand dkk, melakukan riset menggunakan SEM dan membuktikan bahwa preparasi menggunakan mesin meninggalkan lebih sedikit *smear layer* pada dinding saluran akar, bila dibandingkan dengan alat preparasi manual *stainless steel*.¹⁰

Preparasi pada sepertiga apikal saluran akar merupakan daerah yang kritis. Menurut Weiger dkk, banyak daerah yang tidak terpreparasi selama perawatan saluran akar karena bentuknya yang oval.¹¹ Hal tersebut disebabkan oleh bentuk, dimensi, dan karakter dari instrumen saluran akar yang bekerja tidak sesuai dengan bentuk anatomi saluran akar.^{11,12} Kondisi tersebut memungkinkan organisme mikro berkolonisasi kembali pada saluran akar yang telah dipreparasi secara kemomekanis dan diobturi, meningkatkan risiko kegagalan endodontik.^{11,12}

Disain penampang instrumen yang paling banyak digunakan saat ini adalah *taper*. Instrumen dengan *convex triangular cross section* memanfaatkan desain tersebut.^{13,14} Desain ini dapat meminimalkan kontak antara file dengan area dentin saluran akar, sehingga kemungkinan terjadinya *taper lock* dan *screw effect* dapat berkurang sehingga menjadikannya sebagai *file* yang paling banyak dipilih oleh ahli konservasi gigi.¹⁴ Desain penampang *file* berbentuk segitiga cembung (*triangular convex*) membuat keseimbangan, dengan gerakan berputar simetris saat file bergerak masuk ke dalam saluran akar. Bentuk segitiga membuat *file* selalu bersentuhan dengan dinding saluran akar pada tiga titik saat berputar.^{14,15}

Tiap generasi baru menawarkan suatu kelebihan yang bertujuan untuk memperbaiki mutu instrumen generasi sebelumnya.

Pada tahun 2013, diperkenalkan sistem *file* endodontik instrumen putar dengan desain *rectangular cross section*. File tersebut memiliki penampang berbentuk persegi yang asimetris.^{14,15} File ini didesain untuk memaksimalkan produk generasi sebelumnya yang digabungkan dengan teknologi terkini. Meskipun teknik preparasi dengan file NiTi generasi terbaru memiliki beberapa keuntungan, namun masih perlu dilakukan beberapa kajian, baik secara klinis serta laboratorium mengenai kualitas dari hasil preparasi saluran akar terhadap kebersihan permukaan dinding sepertiga apikal saluran akar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dinilai kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer* setelah preparasi menggunakan ketiga alat instrumen tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian bersifat eksperimen laboratorium ini menggunakan sampel berupa gigi premolar rahang bawah manusia yang diekstraksi untuk keperluan ortodontik, yang memenuhi kriteria panjang rata-rata 20 ± 2 mm dan saluran akarnya tunggal. Sedangkan kriteria eksklusi adalah gigi yang bersaluran akar bengkok, foramen apikal belum tertutup sempurna, serta adanya defek pada permukaan akar. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Gigi Mulut Universitas Hasanuddin Makassar dan Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia di Jakarta pada bulan November sampai Desember 2014.

Tiga puluh sampel secara acak dibagi menjadi 3 kelompok yaitu *hand use instrument design convex triangular cross section (hand use Protaper)*, *rotary instrument design convex triangular cross section (rotary Protaper)*, dan *rotary instrument design rectangular cross section (Protaper Next)*; ketiganya dipreparasi dengan teknik *crown down pressureless*.

Kebersihan dinding sepertiga apikal saluran akar adalah bersih dari *smear layer* setelah tahap preparasi. *Smear layer* terdiri atas partikel dentin, sisa jaringan vital dan nekrotik, komponen bakteri yang melekat pada dinding dentin saluran akar, terlihat sebagai lapisan ireguler yang *amorfo* pada pemeriksaan SEM dan dinilai berdasarkan skor.

Pemeriksaan radiografis dilakukan pada aspek mesiodistal untuk observasi anatomi saluran akar kemudian dibersihkan dan direndam dalam larutan salin. Preparasi saluran akar menggunakan instrumen *hand use* dan *endomotor (X-Smart Endodontic Motor, Dentsply)* pada 250-300 rpm dengan *torque* 520 g.cm. Sedangkan dengan file desain *convex triangular cross section*, sampel gigi difiksasi dengan silikon dan dibuka aksesnya dengan menggunakan bur akses, eksplorasi saluran akar menggunakan k-file #10 dan #15, preparasi pada daerah 2/3 korona menggunakan SX serta S1, penentuan panjang kerja, penjajakan kembali dengan k-file #10 dan #15, preparasi 1/3 apikal menggunakan S1 dan S2 sesuai panjang kerja, dan menghaluskan daerah 1/3 apikal menggunakan F1 dan F2.

Preparasi saluran akar menggunakan endomotor pada 300 rpm dan *torque* 4-5,2 n.cm, dengan file desain *rectangular cross section*. Sampel difiksasi dengan silikon dan dibuka aksesnya dengan menggunakan bur akses, eksplorasi saluran akar menggunakan k-file #10 dan #15, preparasi pada daerah 2/3 korona

menggunakan X1 dan X2, penentuan panjang kerja, penjajakan kembali dengan k-file #10 dan #15, lalu preparasi 1/3 apikal menggunakan X1 dan X2 dalam satu atau beberapa kali masukan sesuai panjang kerja. Selanjutnya saluran akar ditelusuri dengan k-file #25, Jika file ini telah cocok, artinya saluran akar sudah siap. Jika k-file #25 terasa longgar, maka dilanjutkan dengan X3 dan X4 atau X5.

Setelah dipreparasi, saluran akar dikeringkan menggunakan *paper point* kemudian ditutup dengan tumpatan sementara. Gigi sampel ditandai secara vertikal menjadi dua bagian menggunakan *marker* dan dibuatkan *groove* sesuai dengan tanda yang telah dibuat dengan *carborundum disc*. Gigi dibelah dengan menggunakan *stainless steel chisel*, kemudian dipilih satu secara acak, lalu diperiksa menggunakan SEM (1000x) di daerah sepertiga apikal (Gambar 1).

Gambar 1 Pembelahan gigi

Kebersihan sepertiga apikal saluran akar akan *smear layer* ditentukan dengan menggunakan SEM berdasarkan Hulsman,²⁹⁻³¹ yaitu skor 0 artinya lebih 75% permukaan sepertiga apeks bersih dari *smear layer*, skor 1 jika 50-75% permukaan sepertiga apeks bersih dari *smear layer*, dan skor 2 jika kurang 50% permukaan sepertiga apeks bersih dari *smear layer*. Berdasarkan data tersebut, hasil penilaian dimasukkan menjadi skala pengukuran kategorik tiga kelompok tidak berpasangan dengan tipe uji non-parametrik. Untuk melihat kebersihan dinding saluran akar pada sepertiga apeks digunakan analisis statistik Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Pemeriksaan SEM dinilai dengan menghitung dinding sepertiga apikal saluran akar yang bebas dari *smear layer* dibandingkan keseluruhan permukaan. Hasilnya dianalisis dengan program SPSS, kemudian ditampilkan dalam tabel distribusi dan gambar.

HASIL

Tabel 1 memperlihatkan distribusi kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer* berdasarkan jenis instrumennya. Semakin besar nilai persentasenya, maka semakin bersih sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer*. Kelompok *file hand use* menghasilkan kebersihan akan *smear layer* yang terendah, sedang kelompok *rotary instrument rectangular cross section* memiliki kebersihan akan *smear layer* yang tertinggi diantara ketiga kelompok tersebut. Rata-rata kebersihan akan *smear layer* pada kelompok *instrument hand use* sebesar 29,5%, pada kelompok *rotary convex triangular cross section* mencapai 65,5%, dan kelompok *rotary rectangular cross section* sebesar 85%.

Selain distribusi kebersihan akan *smear layer* antara ketiga kelompok instrumen, uji normalitas menunjukkan nilai $p < 0,05$ pada seluruh kelompok tersebut. Dengan demikian distribusi tidak normal, sehingga digunakan uji non-parametrik. Selain itu, dari uji *Levene's* diperoleh nilai $p = 0,090$ ($p > 0,05$), yang berarti bahwa varians data homogen. Dengan uji *Kruskal Wallis* ($p = 0,000$; $p < 0,05$), menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kebersihan akan *smear layer* yang signifikan antara *instrument hand use*, *rotary convex triangular cross section*, dan *rotary rectangular cross section*.

Tabel 2 memperlihatkan hasil uji beda lanjut mengenai persentase kebersihan akan *smear layer* antara ketiga grup jenis instrumen. Karena varians data homogen, *post hoc test* dengan *equal variance assumed* dipilih sebagai uji-beda lanjut Tukey HSD. Tampak bahwa perbedaan rata-rata kebersihan akan *smear layer* antara *rotary rectangular cross section*

Tabel 1 Perbedaan kebersihan sepertiga dinding saluran akar dari *smear layer* antara ketiga jenis instrumen

Jenis Instrumen	n (%)	Kebersihan dari <i>Smear layer</i> (%)	Uji Normalitas	p-value
		Mean $\pm$ SD	p-value	
<i>Instrument hand use</i>	10 (33,3)	29,5 $\pm$ 19,8	0,008*	0,000**
<i>Rotary convex triangular cross section</i>	10 (33,3)	65,5 $\pm$ 17,3	0,046*	
<i>Rotary rectangular cross section</i>	10 (33,3)	85,0 $\pm$ 5,20	0,000*	

*uji Shapiro-Wilk ($p < 0,05$; distribusi tidak normal), **uji Kruskal Wallis ($p < 0,05$; signifikan)

Tabel 2 Hasil uji beda lanjut kebersihan dinding sepertiga apikal saluran akar dari *smear layer* antara ketiga kelompok jenis instrument

Tipe Instrumen (i)	Perbandingan (j)	Mean Difference (i-j)	p-value
<i>Rotary Rectangular</i>	<i>Rotary Triangular</i>	19,50%	0,024*
	<i>Hand Use</i>	55,50%	0,000*
<i>Rotary Convex Triangular</i>	<i>Hand Use</i>	36,00%	0,000*

*Post Hoc Test: uji Tukey high significant difference (HSD): $p < 0,05$; signifikan

Gambar 2 Dengan pemeriksaan SEM 1000x, **A** Kurang dari 50% dinding sepertiga apeks saluran akar bersih dari *smear layer* setelah preparasi menggunakan *hand use Protaper*, **B** setelah preparasi menggunakan *rotary Protaper* 50-75% dinding sepertiga apeks saluran akar bersih dari *smear layer*; **C** setelah preparasi menggunakan *rotary Protaper Next*, lebih dari 75% dinding sepertiga apeks saluran akar bersih dari *smear layer*.

dengan *rotary hand use* mencapai 55,5%, namun bila dibandingkan dengan *rotary convex triangular cross section* hanya berbeda 19,5%. Terlihat pula perbedaan rata-rata antara *rotary convex triangular cross section* dibandingkan dengan *instrument hand use*, yaitu sebesar 0,36%. Uji *Tukey HSD* memperlihatkan $p < 0,05$ pada tiap perbedaan kelompok tipe instrumen. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan kebersihan akan *smear layer* yang signifikan antara kelompok *rotary rectangular* dengan *rotary convex triangular* ($p = 0,024$; $p < 0,05$), kelompok *rotary rectangular* dengan *instrument hand use* ($p = 0,000$, $p < 0,05$), dan kelompok *rotary convex triangular* dengan *hand use* ($p = 0,000$, $p < 0,05$).

PEMBAHASAN

Instrumen *protaper* banyak digunakan dalam perawatan saluran akar untuk membersihkan dan membentuk saluran akar. Instrumen ini mengadaptasi teknik *crown down* dengan ciri instrumen berupa *progressive taper* dengan penampang berbentuk *convex triangular* dan *rectangular*. Teknik tersebut dapat memfasilitasi larutan irigasi yang lebih optimal di dalam saluran akar yang mampu membersihkan serbuk dentin hasil preparasi sehingga diharapkan saluran akar lebih bersih dari debris preparasi saluran akar.^{14,16}

Pada tabel 1, ditampilkan hasil penelitian bahwa kelompok instrumen *hand use* merupakan kelompok dengan persentase kebersihan dari *smear layer* yang paling rendah diantara kelompok lainnya. Kelompok *rotary instrument rectangular cross section* memiliki persentase kebersihan akan *smear layer* yang paling tinggi diantara ketiga kelompok tersebut, karena instrumen berputar menggunakan *file* NiTi memiliki kelebihan, yaitu hasil preparasi yang lebih memusat di saluran akar, transportasi apikal yang lebih rendah, lebih aman dan efisien dibandingkan cara manual.^{7,8} Instrumentasi dengan ukuran *file* yang lebih besar menggunakan instrumen NiTi *rotary* menghasilkan

saluran yang signifikan lebih bersih pada sepertiga apikal dinding saluran akar. Preparasi saluran akar menggunakan instrumen NiTi manual menghasilkan preparasi yang tidak konstan karena menyebabkan lelahnya jari tangan saat melakukan preparasi saluran akar.^{14,17,18} Kualitas hasil preparasi saluran akar dapat dinilai dari beberapa parameter seperti kemampuan pembersihan, pembentukan, serta keamanan dari instrumen. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Bertrand dkk, menggunakan SEM, terbukti preparasi menggunakan alat *rotary* meninggalkan lebih sedikit *smear layer* bila dibandingkan dengan alat preparasi manual.¹⁰ Zand dkk, membandingkan antara *file* NiTi manual dengan NiTi *rotary*, yang hasilnya adalah di daerah sepertiga apikal, NiTi manual lebih banyak meninggalkan lapisan *smear layer* secara bermakna dibandingkan NiTi *rotary*.⁵ Berdasarkan penelitian tersebut, terbukti bahwa selain untuk menyingkat waktu, penggunaan NiTi *rotary* juga meninggalkan *smear layer* yang lebih sedikit di bandingkan dengan alat *stainless steel* dan NiTi manual.

Pada tabel 2, ditunjukkan bahwa perbedaan rata-rata kebersihan dinding sepertiga apikal dari *smear layer* antara tipe *rotary rectangular cross section* dengan instrumen *hand use* mencapai 55,5%, namun bila dibandingkan dengan *rotary convex triangular cross section* hanya berbeda 19,5%. Terlihat pula perbedaan rata-rata tipe *rotary convex triangular cross section* dibandingkan dengan tipe instrumen *hand use*, yaitu sebesar 0,36%.

Instrumen *rectangular cross section* dibuat dari *M-wire* yang memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk mengatasi saluran akar bengkok. Tingkat keamanan dan proteksi lebih tinggi terhadap fraktur instrumen sehingga klinisi dapat merawat sistem saluran akar yang lebih kompleks dengan tingkat keberhasilan yang tinggi.¹⁹ *File* NiTi *M-wire* memiliki *flute* yang lebih dalam dan diameter inti yang lebih kecil untuk meningkatkan fleksibilitas keseluruhan, akan tetapi memiliki resistensi yang lebih tinggi terhadap *cyclic*

fatigue. Dalam uji *cyclic fatigue*, NiTi standar rata-rata membutuhkan 80 detik untuk patah, namun M-wire NiTi, dengan rata-rata 180 detik.^{20,21} Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Johnson dkk. yang menunjukkan bahwa M-wire NiTi mengurangi kelelahan siklik 400% dibandingkan file serupa.²² Instrumen PTN memiliki desain *cross section rectangular*, yaitu potongan melintang bentuk persegi yang asimetris, bukan segiempat yang simetris atau segitiga sama sisi. Sumbu rotasi desain ini memiliki pusat massa yang berbeda, yaitu hanya dua titik *cross section* yang menyentuh dinding saluran akar pada satu putaran.^{22,23} Desain ini menghasilkan kekuatan yang lebih dan mengurangi probabilitas kompaksi lateral debris yang dapat mengakibatkan kerusakan atau patah alat. Hal tersebut dilakukan dengan cara meningkatkan keluarnya debris dari saluran akar.^{23,24} Menurut Velez, M-wire meningkatkan ketahanan alat terhadap kerusakannya dalam kondisi apapun karena geometri file-nya yang unik. Penampang *rectangular offset* menciptakan titik kontak alternatif yang sedikit berkontak dengan dinding saluran, sehingga ruang untuk pembuangan dentin, dan debris lebih luas.²⁶

Menurut van der Vyver dan Scianamblo, desain *rectangular* memiliki beberapa keuntungan, seperti mengurangi kontak antara instrumen dengan dinding saluran akar lebih lanjut sebagai tambahan untuk desain taper progresif, karena hanya terdapat dua titik potong yang berkontak dengan dinding saluran akar.¹⁸ Hal tersebut akan mengurangi *taper lock*, efek *screw-in* dan tekanan pada file, menjamin proses pembersihan debris ke arah korona karena potongan melintang *off-centre* memberi lebih banyak ruang di sekitar *flute* instrumen. Hal ini akan meningkatkan efisiensi pemotongan, karena *blade* tetap berkontak dengan dinding saluran akar sehingga preparasi dapat dilakukan dengan sangat cepat dan tidak memerlukan banyak tenaga.^{18,20}

Berdasarkan keterangan di atas dan beberapa penelitian yang mendukung, maka pada penelitian ini kelompok *rotary instrument rectangular cross section* menunjukkan persentase kebersihan dinding sepertiga apikal dari *smear layer* yang paling tinggi. Adanya *smear layer* akibat preparasi, akan menutupi dentin saluran akar, jadi menghalangi kontak bahan

pengisi secara langsung, sehingga mempengaruhi lingkungan periapeks.²⁶ Salah satu kandungan *smear layer* adalah mikroorganisme yang merupakan hasil dari produk nekrotik di dinding saluran akar; maka ada sumber menyatakan bahwa pembuangan *smear layer* sangat penting karena keberadaannya menjadi tempat penumpukan bakteri.²⁷

Akumulasi bakteri pada dinding saluran akar yang tidak terbersihkan secara kimia, menimbulkan kontaminasi dan mengakibatkan infeksi ulang yang menyebabkan kegagalan perawatan endodontik.^{28,29} Pernyataan tersebut juga telah dievaluasi oleh Pashley dkk, yang menyatakan bahwa semakin banyak sisa *smear layer* di dalam saluran akar, akan menjadi sumber iritan di dalam tubulus dentin.²⁸ Menurut Saunders dkk, kebocoran bahan pengisi berkurang pada daerah yang bebas dari *smear layer*, namun ada juga peneliti yang berpendapat untuk menyisakan *smear layer* di dalam saluran akar selama perawatan saluran akar belum selesai untuk memblok tubuli dentin dan mencegah pertukaran bakteri sebagai penyebab iritan lainnya.²⁹ Galvan dkk, dan Drake dkk, keduanya menyatakan pendapat yang hampir sama, yaitu keberadaan *smear layer* memberikan *barrier* terhadap migrasi bakteri ke dalam tubulus dentin sampai nantinya saluran akar tersebut siap untuk dilakukan pengisian saluran akar.^{30,31}

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa preparasi saluran akar menggunakan instrumen putar desain *convex triangular cross section* menghasilkan kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer* secara signifikan dibandingkan *manual instrument design convex triangular cross section*. Preparasi saluran akar dengan menggunakan *rotary instrument* desain *rectangular cross section* untuk menghasilkan kebersihan sepertiga apikal dinding saluran akar dari *smear layer*, dengan signifikan dibandingkan desain *convex triangular cross section*.

Disarankan preparasi saluran akar menggunakan instrumen putar desain *rectangular cross section* diharapkan dipakai sesuai kebutuhan untuk preparasi saluran akar. Untuk menghindari debris dibutuhkan teknik pemotongan spesimen gigi yang lebih adekuat agar mengurangi terbentuknya debris sehingga tidak terjadi bias pada saat pengamatan SEM.

DAFTAR PUSTAKA

1. Friedman S, Mor C. The success of endodontic therapy healing and functionality. J Calif Dent Assoc 2004;32(6):493-503
2. Peters OA, Peters CI. Cleaning and shaping of the root canal system. In: Kenneth M, Hargreaves PD, Cohen PS, Berman LH, editors. Cohen's pathways of the pulp. 10th Ed. Philadelphia: Mosby; 2010
3. Grossman LI, Oliet S, Rio CED. Endodontic practice. St Louis: Lea & Febiger; 1988
4. Walton RE, Torabinajed M. Principle and practice of endodontics. 3rd Ed. Philadelphia: W.B Saunders; 2002
5. Zand V, Ghaziani P, Rahimi S, Shahi S. A Comparative SEM investigation of the smear layer following preparation of root canals using nickel titanium rotary and hand instruments. J Oral Sci 2007;49(1):47-52

6. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA, Prati C. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 2004; 37: 832-9
7. Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NITI rotary instruments: a comparative SEM investigation. *Clin Oral Invest* 2004; 8:102-10
8. Peters OA. Rotary instrumentation: An endodontics perspective. American Association of Endodontics. Endodontics Colleagues for Excellence, winter 2008p
9. Arens DE, Gluskin AH, Peters CI, Peters OA. Practical lessons in endodontic treatment. Quintessence publishing Co, Inc. Chicago; 2009. p. 145-7
10. Bertrand MF, Pizzardini P, Muller M, Medioni E, Rocca JP. The removal of the smear layer using the Quanteq System: A study using the scanning electron microscope. *Int Endod J* 1999; 32: 217-24
11. Weiger R, El Ayouti A, Lost C. Efficiency of hand and rotary instruments in shaping oval root canals. *J Endod* 2002; 28: 580-3
12. Silveira LFM, Silveira CF, Castro LAS, Neto JBC, Martos J. Crown-down preflaring in the determination of the first apical file. *Braz Oral Res* 2010; 24: 153-7
13. Cimilli H, Kartal N. Shaping ability of rotary nickel-titanium systems and nickel-titanium k-files in separable resin blocks. *G Ital Endod* 2005;19: 159-61
14. Ruddle CJ, Machtou P, West JD. The shaping movement 5th generation technology. *Dent Today* 2013
15. Peters OA, Peters CI, Schonenberger, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endod* 2003; 36: 93-9
16. Ruddle CJ. The ProTaper technique shaping the future of endodontic. Newsletter Dentsply Maillefer. Balliguides, Switzerland 2002:1-9
17. Gulabivala K, Stock CJR. Root canal system preparation. In: Stock CJR, Gulabivala K, Walker RT (Eds). *Endodontics*. London: Elsevier Mosby; 2004: 150-5
18. van der Vyver PJ, Scianamblo MJ. Clinical guidelines for the use of ProTaper Next instruments (Part I) during Low-cycle Fatigue. *J Endod* 2012; 38 (1)
19. Jia Ye, Yong Gao. Metallurgical characterization of M-wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments
20. Grande NM, Plotino G, Pecci B, Malagnino, Somma F. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel–titanium rotary systems. *Int Endod J* 2006; 39: 755–63
21. Perez-Higueras AA, de la Macorra JC, Peters OA. Differences in cyclic fatigue resistance between ProTaper Next and ProTaper universal instruments at different levels. *J Endod* 2014
22. Johnson E, Lloyd A, Kuttler S. Comparison between a novel nickel-titanium alloy and 508 nitinol on the cyclic fatigue life of proFile 25/04 rotary instruments. *J Endod* 2008; 34: 1406-9
23. Ruddle CJ. The Protaper technique: shaping the future of endodontics. *Endod Topics* 2005
24. Kocak ME, Cicek, Kocak, Saglam & Yilmaz N. Apical extrusion of debris using ProTaper Universal and ProTaper Next rotary systems. *Int Endod J* 2014
25. Elnaghy AM, Elsaka. Assessment of the mechanical properties of ProTaper next nickel-titanium rotary files. *J Endod* 2014; 40: 1830-4
26. Protaper Next, the next evolution in endodontic file systems ©2013 Dentsply International, Inc. Wpptn Rev.0 11/13
27. Violic, Chandler NP. The smear layer in endodontics-a review. *Int Endod J* 2010; 43:2-15
28. Pashley D, Zehnder M. Root canal irrigation. *J Endod* 1999; 32(2): 389-98
29. Saunderson EM, Saunderson WP. Preparation of the root canal system, endodontics in clinical practice. 4th Ed. Oxford: Wright; 2001: 88-9
30. Galvan JM, Harrison JW. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am* 2000; 28(4): 797-807
31. Drake L, Baumgartner JC. The chemical reaction of irrigations used for root canal irrigation regiment. *J Endod* 2003; 12: 47-51