

PERAN EDTA SEBAGAI BAHAN IRIGASI PADA PERAWATAN SALURAN AKAR

Rina Permatasari¹, Abelya Safitri^{2*}

¹Departemen Konservasi, Fakultas Kedokteran Gigi, Univ. Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Jakarta

²Fakultas Kedokteran Gigi Univ. Prof. Dr. Moestopo (Beragama), Jakarta

*Korespondensi: abelyasafitri@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Irigasi saluran akar merupakan salah satu tahapan penting dalam perawatan saluran akar. Prosedur irigasi bertujuan untuk membersihkan saluran akar, mengurangi gesekan antar instrumen dan dinding dentin saluran akar. berbagai bahan irigasi digunakan untuk membersihkan saluran akar dari debris organik, mikroorganisme, sisa jaringan pulpa, smear layer, dan endotoksin. Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA) merupakan salah satu bahan yang berperan pada eliminasi mikroorganisme di saluran akar. **Tujuan:** Menjelaskan peran EDTA sebagai bahan irigasi terhadap keberhasilan perawatan saluran akar. **Metode:** Berdasarkan sumber yang didapat dari jurnal, textbook, dan website yang diakses melalui database Google Scholar. Jenis referensi yang diambil berupa laporan penelitian, dan studi pustaka yang diterbitkan dari tahun 2010-2020. **Kesimpulan:** Terdapat perbedaan pendapat pada ahli mengenai peran EDTA pada keberhasilan perawatan saluran akar. Mayoritas berpendapat bahwa EDTA dapat mengurangi kekerasan mikro dentin dan dapat menghilangkan smear layer, meskipun beberapa ahli menyatakan bahwa EDTA dapat menyebabkan erosi pada dentin dan menurunkan tingkat keketahanan fraktur dentin akar.

Kata kunci: Irigasi Saluran Akar, EDTA, Larutan Irigasi, Ethylene Diamine Tetraacetic Acid

ABSTRACT

Background: Root canal irrigation is an important step in root canal treatment. The irrigation procedure is aimed at cleaning the root canals, reducing friction between the instruments and the dentin walls of the root canals. Various irrigation agents are used to clean root canals from organic debris, microorganisms, residual pulp tissue, smear layers, and endotoxins. Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA) is one of the materials that can be used for irrigation. EDTA is able to eliminate the smear layer and contribute to the elimination of microorganisms in the root canal. **Purpose:** Explain the role of EDTA as an irrigation agent for the success of root canal treatment. **Methods:** Based on sources obtained from journals, text books, and websites accessed through the Google Scholar database. The types of references taken are in the form of research reports and literature studies published from 2010–2020. **Conclusion:** This review reveals that there are differences of opinion among experts regarding the role of EDTA in successful root canal treatment. The majority of which argue that EDTA can affect the micro-hardness of dentin and can remove the smear layer, although some experts expressed another opinion that EDTA can cause erosion of the dentine and reduce the resistance level of root dentin fracture.

Keywords: Root Canal Irrigation, EDTA, Irrigating Solution, Ethylenediaminetetraacetic Acid.

PENDAHULUAN

Perawatan saluran akar dilakukan untuk menghilangkan peradangan, infeksi jaringan pulpa dan mengontrol infeksi dalam sistem saluran akar. Sistem saluran akar yang telah didisinfeksi, kemudian diisi agar tidak terjadi kembali masuk dan perkembangbiakan mikroba.¹ Berbagai bahan irigasi digunakan untuk membersihkan saluran akar dari debris organik, mikroorganisme, sisa jaringan pulpa, smear layer, dan endotoksin.² Bahan yang bisa digunakan untuk irigasi termasuk hidrogen

peroksida (H₂O₂) 2,5%, sodium hipoklorit (NaOCl) 2,5%, Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA) 15%, klorheksidin, dan akuades.³ Dapat menghilangkan smear layer saat digunakan bersama NaOCl, namun tidak berbarengan dengan penggunaan NaOCl. Oleh karena itu, EDTA berkontribusi pada eliminasi mikroorganisme di saluran akar dengan memfasilitasi pembersihan dan pengangkatan jaringan yang terinfeksi. Telah ditunjukkan bahwa penghilangan smear layer oleh EDTA meningkatkan efek antimikroba agen desinfektan yang digunakan secara kontak langsung

di lapisan dentin yang lebih dalam. EDTA 17% memiliki sedikit aktivitas bakteri. Pada eksposur langsung untuk waktu yang lama, EDTA dapat ekstrak protein permukaan sel bakteri dengan menggabungkan ion logam dari selubung sel.³ Terdapat beberapa penelitian mengenai peran EDTA sebagai bahan irigasi pada perawatan saluran akar, seperti yang dilakukan Uzunoglu et al. dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa irigasi menggunakan 5% EDTA 10 menit dan 17% EDTA selama 1 menit menghasilkan nilai ketahanan fraktur, namun pada hasil paling rendah.¹⁵ Sebaliknya, Aydin et al. pada penelitiannya menemukan bahwa 17% EDTA sebagai pelumas selama preparasi saluran akar tidak mempengaruhi pembentukan retakan dentin akar.¹⁶ Berdasarkan uraian di atas, bahan kelator EDTA adalah larutan irigasi yang banyak digunakan saat ini, namun belum jelasnya seberapa jauh peran EDTA pada keberhasilan perawatan saluran akar.

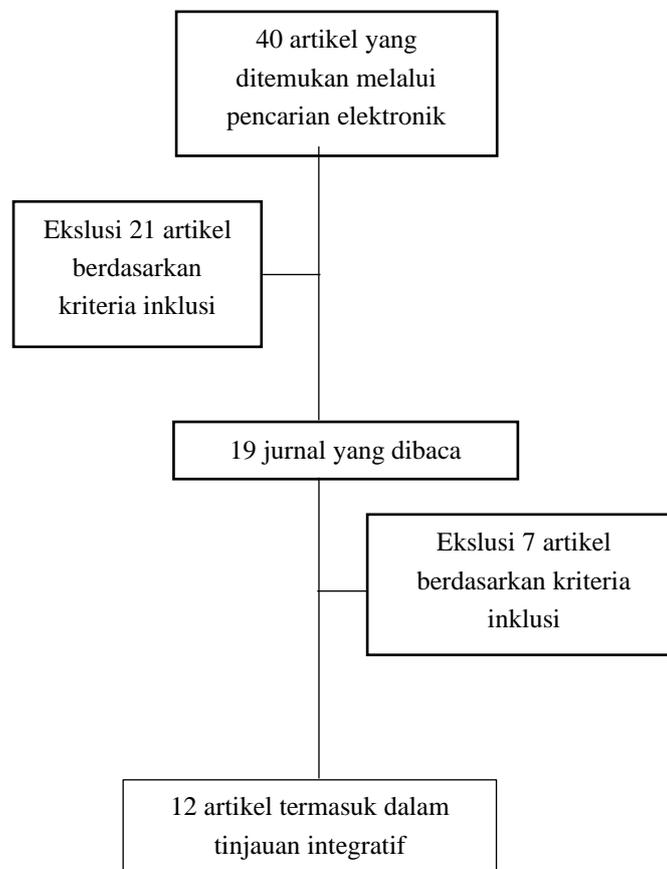
METODE

Penyusunan dalam –literature review ini adalah studi pustaka dengan sumber referensi yang

diambil dari buku, jurnal nasional maupun jurnal internasional, textbook, dan website yang diakses melalui database PubMed dan Google Scholar. Semua sumber berbahasa Indonesia dan Inggris, dan dicari dengan kata kunci “Root Canal Irrigation, EDTA, Irrigation Solution, Ethylenediaminetetraacetic Acid”. Jenis referensi yang diambil berupa laporan penelitian dan studi pustaka yang diterbitkan dari tahun 2010-2020.

HASIL

Hasil yang ditemukan dalam database yang dicari, ditunjukkan oleh flow chart pada Gambar 1. Sebanyak 40 referensi yang ditemukan dari database Google Scholar, Science Direct dan PubMed. Setelah dianalisis berdasarkan kriteria inklusi dan terdapat 19 yang dipilih dan 21 artikel diekskusi dikarenakan diterbitkan tahun 2010-2011. Setelah 19 jurnal dibaca, terdapat 7 artikel di ekskusi dikarenakan ketujuh artikel ini tidak relevan dengan topik sehingga didapat 12 artikel yang masuk dalam tinjauan integratif (Tabel 1).



Gambar 1. *Flow Chart Hasil Penemuan Artikel*

Tabel 1. Deskripsi hasil simpulan.

Referensi	Jenis Referensi	Konsentrasi EDTA yang digunakan	Kesimpulan
Zaparolli <i>et al.</i> 2012. ⁷	Penelitian	0,5ml 17%	Irigasi dengan % NaOCl bergantian dengan 17% EDTA menghasilkan penurunan yang lebih signifikan dalam kekerasan mikro dentin dibanding dengan menggunakan NaOCl saja.
Ozdemir <i>et al.</i> 2012. ¹³	Penelitian	10ml 17%	Pada dentin tua dan muda, penggunaan EDTA saja tidak efektif dalam menghilangkan <i>smear layer</i> secara keseluruhan, terlepas dari waktu perawatan.
Uzunoglu <i>et al.</i> 2012. ¹⁵	Penelitian	5% dan 17%	Irigasi menggunakan 5% EDTA dan 17% EDTA selama 1 menit berpengaruh positif menghasilkan nilai keketahanan fraktur paling rendah
Arturo <i>et al.</i> 2013. ¹⁴	Penelitian	17%	Irigasi akhir menggunakan 17% EDTA menyebabkan erosi pada dentin tubulus lebih tinggi jika dibandingkan dengan BioPure MTAD, Smear-Clear, dan Qmix, yang juga menyebabkan erosi.
Marcelino <i>et al.</i> 2014. ⁸	Penelitian	5ml 17%	Kekerasan mikrodentin akar dapat terpengaruh oleh zat kimia, tetapi tidak mengganggu kekuatan lentur substrat.
Taneja <i>et al.</i> 2014. ¹⁷	Penelitian	17%	Kehilangan kalsium pada gigi ditemukan pada PAA dan menghasilkan pengurangan kekerasan mikro dentin yang signifikan jika dibandingkan EDTA dan Qmix
Birajdar <i>et al.</i> 2016. ¹²	Penelitian	1ml 17%	17% EDTA mengurangi kekerasan mikro dentin secara signifikan di daerah furkasi mandibula.
Aydin <i>et al.</i> 2016. ¹⁶	Penelitian	17%	17% EDTA sebagai pelumas selama preparasi saluran akar tidak mempengaruhi pembentukan retakan dentin akar.
Baldasso <i>et al.</i> 2017. ⁹	Penelitian	17%	Pada perbesaran 500 μ m, 17% EDTA secara signifikan dapat mengurangi kekerasan mikro dentin dan dapat mengganggu penetrasi siler selama prosedur pengisian saluran akar

Antunes <i>et al.</i> 2019. ¹⁹	Penelitian	15%	Larutan kitosan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai alternatif larutan irigasi dari EDTA pada irigasi akhir. Perlu dipertimbangkan sebelumnya untuk penggunaan klinis
Unnikrishnan <i>et al.</i> 2019. ¹¹	Penelitian	5ml 17%	Penghilangan <i>smear layer</i> yang dilakukan EDTA lebih baik dari NaOCl sebagai pembilasan akhir.
Srivastava <i>et al.</i> 2020. ¹¹	Penelitian	17%	EDTA menghilangkan bagian anorganik dari <i>smear layer</i> diikuti oleh air karbonasi yang hanya menghilangkan <i>smear layer</i> .

Irigasi Saluran Akar

Penggunaan larutan irigasi adalah bagian penting dari perawatan saluran akar karena dapat memfasilitasi pembersihan jaringan nekrotik, mikroorganisme, dan debris dentin dari saluran akar dengan pembilasan.³ Pemberian larutan irigasi dapat dikategorikan menjadi manual dan mekanis. Pemberian manual melibatkan penyuntikan (tekanan positif) irigan dengan berbagai desain jarum, sedangkan teknik mekanis termasuk penggunaan tekanan negatif atau metode aktivasi/ agitasi seperti ultrasonic tip, sonic devices, brushes, dan polymer-based rotary files.⁴

Syarat Ideal Larutan Irigasi

Untuk mendapatkan efisiensi yang maksimal, larutan irigasi harus mencapai bagian apikal saluran akar. Terdapat beberapa persyaratan ideal untuk larutan irigasi yaitu (1) memiliki spektrum sifat antimikroba yang luas; (2) membantu debridemen; (3) melarutkan jaringan nekrotik; (4) memiliki toksisitas yang rendah; (5) pelumas yang baik; (6) mempunyai tegangan permukaan yang rendah; (7) mensterilkan secara efektif saluran akar atau setidaknya dapat mendesinfektan; (8) mencegah terbentuknya *smear layer* selama instrumentasi atau dapat melarutkannya saat terbentuk.⁵

Sifat yang diinginkan lainnya dari irigan yang ideal adalah seharusnya (1) penetrasi dapat capai hingga saluran akar perifer; (2) melarutkan jaringan pulpa; (3) bersifat fungisidal; (4) tidak melemahkan struktur gigi; (5) mudah didapat, murah, mudah digunakan, dan tahan lama; (6) bila kontak dengan jaringan vital tidak bersifat toksik, tidak menginfeksi jaringan periodontal dan memiliki potensi kecil untuk menyebabkan reaksi anafilaktik.⁵

Macam–Macam Bahan Irigasi Saluran Akar

1. Sodium Hipoklorit

Sodium hipoklorit adalah cairan bening, pucat, dan kuning kehijauan dengan bau klorin yang kuat. Sodium hipoklorit menghancurkan bakteri dalam dua fase yaitu, penetrasi ke dalam dinding sel bakteri dan kombinasi kimiawi dengan protoplasma sel bakteri dan mengganggu sintesis DNA.⁵

2. Hidrogen Peroksida

Merupakan cairan bening, tidak berbau dan sebagian besar 3% larutan hidrogen peroksida digunakan sebagai agen irigasi. Hidrogen peroksida sangat tidak stabil dan mudah terurai oleh panas dan cahaya, dengan cepat terdisosiasi menjadi H₂O+O (air dan oksigen yang baru). Saat berkontak dengan enzim jaringan katalase dan peroksidase, O₂ yang bebas menghasilkan efek bakterisidal tetapi efek ini bersifat sementara dan menghilang dengan adanya debris organik.⁵

3. Urea

Merupakan bubuk kristal putih, dan tidak berbau. Pada tahun 1951, Blechman dan Cohen menyarankan agar larutan urea 30% dapat digunakan sebagai irigasi saluran akar pada pasien dengan pulpa vital juga mereka yang memiliki pulpa nekrotik. Urea memiliki sifat toksisitas yang rendah dan dapat digunakan pada gigi dengan apeks terbuka atau area dengan cacat resorptif.⁵

4. Urea Peroksida

Merupakan bubuk kristal putih dengan sedikit bau, larut dalam air, alkohol dan gliserin. Memiliki mekanisme kerja dari kombinasi efek urea dan hidrogen peroksida.⁵

5. Klorheksidin

Konsentrasi klorheksidin untuk irigasi saluran adalah sebesar 2%. Pada konsentrasi rendah, klorheksidin bertindak sebagai bakteristatik, sedangkan pada konsentrasi tinggi, menyebabkan koagulasi dan pengendapan sitoplasma, dan oleh karena itu bertindak sebagai bakterisidal. Klorheksidin memiliki sifat

substantivitas (efek residual), ini dapat menunjukkan aktivitas antimikroba selama 72 jam atau bahkan hingga 7 hari jika digunakan pada perawatan saluran akar.⁵

Bahan Kelator Ethylene Diamine Tetraacetic Acid (EDTA)

EDTA pertama kali diperkenalkan ke praktek kedokteran gigi oleh Nygaard-Ostby. Pada konsentrasi 17%, EDTA relatif tidak beracun dan sedikit menyebabkan iritasi dalam solusi yang lemah. EDTA adalah zat pengkelat yang mampu menghapus ion kalsium pada dentin, yang menyebabkan demineralisasi dan sebagai akibatnya, meningkatkan permeabilitas dentin dari saluran akar.⁷ Agen pengkelat dapat diaplikasikan dalam bentuk cair atau pasta. Pada jenis cairan terdapat 4 tipe, diantaranya: REDTA (EDTA 17% dikombinasikan dengan setrimida), EDTAT (EDTA dikombinasikan dengan natrium lauret sulfat), EDTAC (EDTA dikombinasikan dengan cetavlon), dan Largal Ultra (mengandung 15% EDTA sebagai disodium garam, setrimida, dan natrium hidroksida). Pada jenis pasta terdapat 4 tipe, diantaranya: Slide Kalsinase (mengandung 15% natrium EDTA dan 58% - 64% air tanpa peroksida atau pengawet), RC Prep (mengandung 10% urea peroksida, 15% EDTA dan glikol dalam basis salep), File Gyde (mengandung 10% urea peroksida, 15% EDTA dalam larutan air), dan File-eze (mengandung 19% EDTA dalam larutan).⁶

Manfaat EDTA

EDTA menghambat pertumbuhan bakteri dan menghancurkannya karena EDTA mengikat dengan ion logam dalam media yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. EDTA menghilangkan smear layer dalam 1 menit eksposur dan efek ini berlipat ganda setelah 15 menit eksposur. Peningkatan waktu kontak lebih lanjut tidak meningkatkan efek demineralisasi.⁸ EDTA memiliki sifat melarutkan dentin, membantu melebarkan saluran akar yang sempit, berperan sebagai pelumasan dan mempermudah instrumentasi, sehingga dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk debridemen.⁵

EDTA digunakan selama 2-3 menit di akhir instrumentasi untuk meningkatkan efek antibakteri dari agen desinfektan yang digunakan pada bagian tertentu, di lapisan dentin yang lebih dalam.⁹ Air suling digunakan sebagai pembilas EDTA, kemudian saluran akar dikeringkan menggunakan paper point.² Bahan kelator dianjurkan sebagai tambahan untuk preparasi saluran akar, terutama pada saluran akar yang sempit dan terkalsifikasi. Larutan EDTA cair dimasukkan ke dalam kamar pulpa menggunakan

pipet dan cotton pellet untuk mengidentifikasi orifis yang terkalsifikasi.⁹

Pengaruh EDTA Terhadap Dentin Saluran Akar

EDTA menghapus bagian anorganik dari smear layer dengan mengkelasi Ca^{2+} , namun penggunaan EDTA dalam waktu lama dapat menyebabkan erosi yang berlebihan pada dentin.¹⁰ Larutan EDTA 17% membantu memperluas tubulus dentin dengan melarutkan dentin peritubular. Litelatur menunjukkan bahwa beberapa agen kimia menyebabkan perubahan pada mikro kimia dan sifat mekanik dentin, secara potensial mengubah proporsi asli dari komponen organik dan anorganik dengan memodifikasi kekerasan mikro.¹¹

PEMBAHASAN

EDTA mengurangi kekerasan mikro dentin

Birajdar et al. menemukan dalam penelitiannya bahwa EDTA 17% dapat mengurangi kekerasan mikro dentin secara signifikan di daerah furkasi molar mandibula.¹² Hasil yang sama juga didapat dari penelitian Baldasso et al., menggunakan gigi yang diirigasi larutan EDTA 17% diikuti dengan larutan NaOCl 2,5% selama 5 menit, dengan hasil pada perbesaran 500 μ m, larutan EDTA 17% mengurangi kekerasan mikro dentin secara signifikan. Dengan demikian larutan ini dapat menembus dentin lebih dalam dan dapat mengganggu penetrasi siler selama prosedur pengisian saluran akar.⁹ Zapparoli et al. dalam penelitiannya juga mengemukakan bahwa irigasi dengan 1% NaOCl bergantian dengan 17% EDTA menghasilkan penurunan yang lebih signifikan dalam kekerasan mikro dibanding dengan menggunakan NaOCl saja.⁷

EDTA mengerosi dentin

Ozdemir et al melakukan penelitian pada dentin tua dan dentin muda. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa pada dentin muda, perawatan dengan EDTA+NaOCl tidak mengubah struktur kimia dan ultramorfologi, sedangkan pada dentin tua, mengalami demineralisasi dan erosi yang berlebihan sehingga harus dihindari. Pada dentin tua dan muda, penggunaan EDTA saja tidak efektif dalam menghilangkan smear layer secara keseluruhan, terlepas dari waktu perawatan.¹³ Penelitian lain juga dilakukan oleh Arturo et al., dengan hasil menyatakan bahwa kekerasan mikro dentin menurun dengan protokol irigasi akhir menggunakan 17% EDTA, BioPure MTAD, Smear-Clear, dan QmiX. Irigasi akhir dengan EDTA 17% menyebabkan insiden erosi pada

dentin tubulus lebih tinggi jika dibandingkan dengan BioPure MTAD, Smear-Clear, dan Qmix, yang juga menyebabkan erosi.¹⁴

EDTA menghasilkan ketahanan fraktur yang rendah

Marcelino et al. melakukan penelitian dengan hasil yang ditemukan bahwa meskipun dentin sudah terkena irigasi dengan NaOCl dan EDTA selama perawatan biomekanik saluran akar, memberikan perubahan struktural tambahan, sehingga membahayakan kekerasan mikro dentin. Penurunan kekerasan dentin setelah pemberian NaOCl menunjukkan efek langsung yang kuat pada kandungan organik dan mineral dari struktur dentin. Agen kimia dan protokol perawatan lainnya tampaknya menjadi faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik dari dentin akar. Penelitian ini menunjukkan meskipun kekerasan mikro pada dentin akar terpengaruh oleh zat kimia, perubahan kekerasan tidak mengganggu kekuatan lentur substrat.⁸ Hal sebaliknya ditemukan Uzunoglu et al. pada hasil penelitiannya menyatakan bahwa resistensi fraktur yang dirawat dipengaruhi secara berbeda oleh berbagai konsentrasi EDTA pada eksposur waktu yang berbeda. Irigasi dengan 5% EDTA selama 10 menit dan 17% EDTA selama 1 menit berpengaruh positif dengan menghasilkan nilai ketahanan fraktur yang paling rendah.¹⁵

Penelitian lain mengenai EDTA juga dilakukan oleh Aydin et al. yang menemukan dalam penelitiannya bahwa menggunakan 17% EDTA sebagai pelumas selama preparasi saluran akar tidak mempengaruhi pembentukan retakan dentin akar.¹⁶ Temuan ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Taneja et al. dalam penelitiannya menemukan kehilangan kalsium lebih banyak ditemukan pada Peracetic Acid (PAA) dan menghasilkan pengurangan kekerasan mikro yang signifikan jika dibandingkan EDTA dan Qmix.¹⁷

EDTA efektif menghilangkan smear layer

Pada penelitian lainnya dilakukan oleh Unnikrishnan et al. yang mengevaluasi dan membandingkan penghilangan smear layer pada 17% EDTA, 17% EGTA, 10% asam sitrat, dan larutan MTAD selama 1 menit sebagai final irigasi, bersama dengan 2,5% natrium hipoklorit (NaOCl) dari bagian koronal, tengah dan apikal saluran akar dan efeknya dari regimen irigasi pada kekerasan mikro dentin. Dalam penelitian ini 2,5% NaOCl digunakan sebagai larutan kerja dan 5 ml 17% EDTA digunakan sebagai pembilasan terakhir selama 1 menit memberikan keberhasilan penghilangan smear layer dan mengurangi kekerasan mikro dentin. Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini ialah irigasi setelah pembilasan

terakhir dengan 5 ml 17% EDTA selama 1 menit setelah penggunaan 2,5% NaOCl memberikan penghilangan smear layer yang efisien di bagian mahkota, tengah dan apikal dari instrumentasi dinding saluran akar.¹¹

Penelitian lain dilakukan oleh Srivastava et al. melakukan penelitian untuk membandingkan efisiensi 17% EDTA, air berkarbonasi dan larutan Chloroquick dalam kemampuannya untuk menghilangkan smear layer pada sepertiga koronal, tengah, dan apikal saluran akar bila digunakan sebagai irigasi akhir. Didapatkan kesimpulan semua irigan dapat menghilangkan smear layer dari koronal dan sepertiga saluran akar. EDTA hanya menghilangkan bagian anorganik dari smear layer diikuti oleh air karbonasi yang hanya menghilangkan smear layer.¹⁸

Alternatif EDTA

Antunes et al. meneliti perbandingan efek kitosan dan EDTA pada irigasi akhir. Hasil dari penelitian ini menunjukkan kitosan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai alternatif larutan irigasi dari EDTA pada irigasi akhir. Namun, perlu dipertimbangkan sebelumnya untuk penggunaan klinis.¹⁹

KESIMPULAN

Berdasarkan studi kepustakaan ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan,

1. EDTA dalam perawatan saluran akar digunakan dengan persentase 17%, dengan durasi 15 menit menggunakan teknik irigasi manual yaitu dengan memanfaatkan berbagai desain jarum atau dengan teknik mekanis menggunakan ultrasonic tip, sonic devices, brushes, dan polymer-based rotary files.

2. EDTA 17% sebagai irigasi akhir pada perawatan saluran akar efektif menghilangkan smear layer.

3. Penggunaan bahan irigasi EDTA 17% dapat menghasilkan penurunan kekerasan mikro dentin secara signifikan.

4. Terdapat perbedaan pendapat para ahli mengenai peran EDTA pada keberhasilan perawatan saluran akar, mayoritas berpendapat bahwa EDTA dapat mempengaruhi kekerasan mikro dentin dan dapat menghilangkan smear layer. Sebaliknya, beberapa ahli berpendapat bahwa EDTA dapat menyebabkan erosi pada dentin dan menurunkan tingkat ketahanan fraktur dentin akar.

SARAN

Berdasarkan studi kepustakaan ini, saran untuk penelitian berikutnya:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan irigasi yang lebih mendekati sifat ideal untuk perawatan saluran akar, mengingat ilmu dalam bidang kedokteran gigi semakin berkembang dari waktu ke waktu.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai larutan kitosan sebagai pengganti EDTA pada perawatan saluran akar, dikarenakan minimnya literatur yang membahas bahan irigasi alternatif dari EDTA.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brady E, Durack C. Root Canal Preparation. Dalam: Patel S, Barnes JJ (Editor). *The Principles Of Endodontics*, 3rd ed. New York: Oxford University Press, 2020:64.
2. Zand V, Mokhtari H, Lothfi M, Rahimi S, Sohrabi A, Zadeh SB, et al. A Scanning Electron Microscope Study on the Effect of an Experimental Irrigation Solution on Smear Layer Removal. *Iranian Endodontic Journal*. 2014; 9(2): 131–136.
3. Haapsalo M, Shen Y, Lin JS, Park E, Qian W, Wang Z. Irrigants and Intracanal Medicaments. Dalam: Rotstein I, Ingle JJ (Editor). *Ingle's Endodontics 7th ed*. Raleigh: PMPH USA: 2019: 644–645.
4. Neelakantan P, Devaraj S, Jagannathan N. Histologic Assesment of Debridement of the Root Canal Isthmus of Mandibular Molars by Irrigant Activation Techniques Ex Vivo. *Journal of Endodontics*: 2016; 42(8): 1268–1272.
5. Garg N, Garg A. *Textbook of Endodontics*, 3rd ed. New Delhi: Jaypee Brothers; 2014: 211–219.
6. Garg N, Garg A. *Textbook of Endodontics*, 4th ed. New Delhi: Jaypee Brothers; 2019: 228–229.
7. Zapparoli D, Saquy PC, Cuz-filho AM. Effect of Sodium Hypochlorite and EDTA Irrigation, Individually and in Alternation, on Dentin Microhardness at the Furcation Area of Mandibular Molars. *Brazilian Dental Journal*: 2012; 23(6): 654–658.
8. Marcelino AP, Bruniera JF, Rached-Junior FA, Correa da Silva SR, Messias DC. Impact of Chemical Agents for Surface Treatments on Microhardness and flexural strength of root dentin. *Brazilian Oral Research*. 2014; 28(1): 1–6.
9. Baldasso FE, Rotelo L, Silva VD, Morgental RD, Kopper PM. Effect of Final Irrigation Protocols on Microhardness Reduction and Erosion of Root Canal Dentin. *Brazilian Oral Research*. 2017; 31: 40.
10. Bhuyan MK, Rodriguez-Devora J, Tseng TLB, Boland T. Photovoltaic Surface Enable Clonal Myoblastic Cell Release Using Visible Light as External Stimulation. *Biotechnology Journal*: 2016; 11: 393-398.
11. Unnikrishnan M, Mathai V, Sadasiva K, Santakumari RS, Girish S, Shailajakumari AK. The Evaluation of Dentin Microhardness After Use of 17% EDTA, 17% RGTA, 10% Citric Acid, MTAD Used As Chelating Agents Combined With 2,5% Sodium Hypochlorite After Rotary Instrumentation: An In Vitro SEM Study. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*. 2019; 11(2): 156–163.
12. Birajdar A, Sathe S, Srilata. Effect of different irrigating solution on dentin microhardness at the furcation area of mandibular molars. *IJADS (International Journal of Applied Dental Sciences)*. 2016; 2(2): 16–18.
13. Ozdemir HO, Buzoglu HD, Calt S, Cehreli ZC, Varol E, Temen A. Chemical and Ultramorphologic Effects of Ethylenediaminetetraacetic Acid and Sodium Hypoclorite in Young and Old Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*. 2012; 38(2): 204–208.
14. Arturo JA, Kuga MC, Chavez-Andrade GM, Kalatziz-Sousa NG, Duarte MA, Faria G, So MV, Faria-Junior NB. Effect of Final Irrigation Protocols on Microhardness and Erosion of Root Canal Dentin. *Microscopy Research and Technique*. 2013; 76(10): 1079–1083.
15. Uzunoglu E, Aktemur S, Uyanik MO, Durmaz V, Nagas E. Effect of Ethylenediaminetetraacetic Acid On Root Fracture With Respect to Concentration at

- Different Time Exposures. *Journal of Endodontics*. 2012. 38(8): 1110–1113.
16. Aydin U, Aksoy F, Karataslioglu E, Yildirim C. Effect of Ethylenediaminetetraacetic Acid Gel on the Incidence of Dentinal Cracks Caused by Three Novel Nickel-titanium System. *Australian Endodontic Journal*: 2014; 41(3): 1–6.
17. Taneja S, Kumari M, Anand S. Effect of QMix, Peracetic Acid and Ethylenediaminetetraacetic Acid on Calcium and Microhardness of Root Dentine. *Journal of Conservative Dentistry*. 2014; 17(2): 155–158.
18. Srivastava V, Ali N, Singh AR, Chauhan R. Comparative Evaluation and Efficacy of Ethylenediaminetetraacetic Acid, Carbonate Water, and Chloroquick as Final Irrigant in Smear Layer Removal Using Scanning Electron Microscope. *Endontology*. 2020; 32(4). 209–215.
19. Antunes PV, Flamini LE, Chaves JF, Silva RG, Cruz Filho AM. Comparative Effects of Final Canal Irrigation With Chitosan and EDTA. *Journal of Applied Oral Science*. 2019; 28. 1–7