

Root canal treatment of primary teeth using XP-endo® Shaper

Perawatan saluran akar gigi sulung dengan *XP-endo® Shaper*

¹Agnita Syarif, ²Yayah Inayah

¹Recidency Program of Pediatric Dentistry Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

²Department of Pediatric Dentistry Faculty of Dentistry, Hasanuddin University

Makassar, Indonesia

Corresponding author: Agnita Syarif, e-mail: agnitasyarifrayya@gmail.com

ABSTRACT

Pulpectomy is one of the pulp treatments that can be performed by removing infected tissue in teeth diagnosed with irreversible pulpitis or necrosis. Root canal preparation in primary teeth can be performed using endodontic files, either manually rotated or using a rotary system. In modern paediatric dentistry, the XP-endo® Shaper tool has been developed as a revolutionary endodontic file designed to perform asymmetric rotational movements, enabling good adaptation to the root canal and featuring a more efficient reinforcing tip for cleaning and shaping the root canal. This literature review demonstrates the effectiveness of the XP-endo® Shaper in primary tooth root canal treatment. It is concluded that the use of the XP-endo® Shaper in pulpectomy treatment yields faster and better results.

Keywords: caries, primary teeth, pulpectomy, XP-endo® shaper, children

ABSTRAK

Pulpektomi merupakan salah satu perawatan pulpa yang dapat dilakukan dengan menghilangkan jaringan yang terinfeksi pada gigi yang terdiagnosis pulpitis ireversibel atau nekrosis. Preparasi saluran akar gigi sulung dapat dilakukan dengan menggunakan file endodontik baik yang dapat diputar secara manual maupun menggunakan *rotary*. Dalam kedokteran gigi anak terkini, telah dikembangkan teknologi alat *XP-endo® Shaper* adalah sebuah file endodontik revolusioner yang dirancang melakukan gerakan berputar asimetris yang dapat menghasilkan adaptasi yang baik pada saluran akar dan memiliki ujung penguat yang lebih efisien untuk membersihkan dan membentuk saluran akar. Kajian pustaka ini membahas efektivitas penggunaan alat *XP-endo® Shaper* dalam perawatan saluran akar gigi sulung. Disimpulkan bahwa penggunaan *XP-endo® Shaper* dalam perawatan pulpektomi menunjukkan hasil yang lebih cepat dan bagus.

Kata kunci: karies, gigi sulung, pulpektomi, *XP-endo® shaper*, anak-anak

Received: 10 April 2024

Accepted: 1 December 2024

Published: 1 August 2025

PENDAHULUAN

Karies gigi adalah masalah kesehatan masyarakat yang serius yang memengaruhi kualitas hidup anak dan menjadi masalah yang umum terjadi pada anak.^{1,2} Karies didefinisikan sebagai penyakit mikroba pada jaringan kalsifikasi gigi yang menyebabkan demineralisasi komponen anorganik dan diikuti dengan kerusakan organik pada email dan dentin.³ Pada beberapa negara, setidaknya 50% dari anak prasekolah memiliki setidaknya satu lesi karies, yang berdampak negatif pada kualitas hidup keluarga dan anak. Karies gigi dianggap sebagai masalah kesehatan masyarakat, dengan faktor-faktor seperti kebiasaan makan, jenis sikat gigi, dan status sosial ekonomi yang mencerminkan etiologinya.^{4,5} Dalam hal konteks sosioekonomi, penelitian menunjukkan bahwa anak dari keluarga berpenghasilan rendah atau kurang mampu secara ekonomi memiliki prevalensi karies gigi yang lebih tinggi. Penyakit ini dapat memengaruhi bagaimana orang tua atau wali memandang kesehatan gigi dan mulut anak-anak mereka karena mereka kurang menyadari penyebab karies gigi dan perlunya perawatan.^{6,7}

Berdasarkan data survei dari WHO, tercatat bahwa di seluruh dunia 60-90% anak mengalami karies gigi.⁸ Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 disebutkan bahwa proporsi terbesar masalah gigi di Indonesia adalah gigi rusak atau berlubang mencapai 45,3%. Prevalensi karies gigi pada anak usia 3-4 tahun sebanyak 81,1%, pada usia 5-9 tahun sebanyak 92,6% dan pada usia 10-14 tahun sebanyak 73,4%.^{9,10}

Pulpektomi adalah pilihan perawatan untuk gigi sulung dengan karies pulpitis ireversibel yang meluas ke dalam saluran akar.¹¹ Perawatan pulpektomi pada gigi

sulung dapat dilakukan dengan menggunakan file endodontik yang diputar secara manual maupun menggunakan instrumen *rotary*. Penggunaan *hand file* (secara manual) memiliki kelebihan karena dokter gigi dapat merasakan sensasinya, sedangkan kekurangannya, yaitu durasi waktu perawatan yang lama dapat berdampak negatif pada perilaku anak.¹² Penggunaan instrumen *rotary*, kekuatan putar yang kurang mengakibatkan tindakan pembersihan saluran akar tidak maksimal sedangkan kekuatan putar yang berlebih dapat mengakibatkan file endodontik patah yang proses pengeluarannya rumit.¹⁷

Perkembangan terbaru dalam kedokteran gigi, *XP-endo® Shaper* (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) yang khusus didesain untuk menjawab tantangan saluran akar yang melengkung. File ini memiliki desain *booster tip* ukuran 30 yang mencakup kombinasi *bullet-shaped* yang halus diikuti dengan enam ujung tajam dan perpindahan yang mulus dari pangkal ujung ke poros heliks yang terbuat dari kawat ukuran 30 dengan lancip 0,01. File ini dibuat dari bahan Ni-Ti yang dimodifikasi bentuknya secara termomekanis dan memiliki bentuk seperti ular pada suhu kamar (fase martensit). Ketika terpapar pada suhu 37°C, terjadi perpindahan ke fase *austenite*, dan menghasilkan gerakan putaran yang lebih besar yang setara dengan ukuran 30 tip dengan taper 0,04.^{13,14}

Kajian pustaka ini menunjukkan keefektifan penggunaan alat *XP-endo® Shaper* dalam perawatan saluran akar gigi sulung.

TINJAUAN PUSTAKA

Karies adalah penyakit yang disebabkan oleh biofilm mikro yang didukung dan dipicu oleh konsumsi karbohi-

drat yang dapat difermentasi. Ketika metabolisme bakteri menghasilkan produk sampingan asidogenik yang menyebabkan demineralisasi email dan memicu respon defensif pada dentin dan pulpa, seperti peningkatan dentin intra-tubular dan inflamasi awal, potensi karies dari biofilm meningkat pada daerah yang stagnan. Dentin akan terpapar oleh invasi bakteri jika demineralisasi email berlanjut, yang pada akhirnya akan menyebabkan kavitas.^{15,16} Dalam keadaan sehat, mineralisasi dari email dan dentin secara alami melindungi pulpa; namun, karies yang tidak dirawat dapat berkembang menjadi lesi yang sangat dalam, menyebabkan reaksi inflamasi pulpa, yang mengarah ke nekrosis, abses, dan pada akhirnya menyebabkan gigi tanggal.¹⁷

Masalah utama pada gigi sulung adalah kehilangan gigi geraham yang karies dan kekurangan ruang untuk gigi pengganti yang permanen.¹⁸ Karies gigi sulung yang mengenai pulpa, dapat ditangani dengan endodontik dalam bentuk pulpotomi atau pulpektomi.¹⁷ Pulpektomi adalah metode perawatan konservatif yang digunakan untuk mencegah kehilangan gigi sulung secara dini dengan pulpitis ireversibel atau pulpa nekrotik, yang dapat menyebabkan hilangnya panjang lengkung, ruang yang tidak mencukupi untuk gigi permanen yang sedang tumbuh, impaksi gigi premolar, dan gigi tipping yang bersebelahan dengan gigi sulung yang tanggal.¹⁹⁻²¹ Pulpektomi adalah perawatan konservatif yang lebih disukai untuk gigi molar pertama dengan pulpitis ireversibel yang meluas ke dalam saluran akar, terlepas dari anatomi saluran akar yang rumit.²² Pulpektomi pada gigi sulung penting dalam mencegah terjadinya *premature loss* akibat pencabutan gigi karena karies maupun trauma sehingga posisi gigi dalam lengkung rahang tidak mengalami pergeseran.^{23,24} Mempertahankan gigi sulung pada anak sangat penting untuk pertumbuhan lengkung rahang dan juga untuk mastikasi, estetik dan bicara.²⁵⁻²⁷

Dalam kedokteran gigi anak, teknik perawatan saluran akar (PSA) yang optimal harus dilakukan dalam durasi yang singkat dengan jumlah pertemuan yang minimal dan tidak ada komplikasi prosedur yang memengaruhi gigi permanen. Tujuannya adalah untuk menjaga gigi sulung tetap berfungsi hingga digantikan oleh gigi permanen.²⁸ Selama pulpektomi, tujuan utama PSA adalah untuk membentuk seluruh ruang saluran akar secara mekanis, membuat jalur yang cepat dan efisien untuk pembersihan kimiawi dengan menggunakan irigasi saluran akar yang disukai, membuang jaringan keras dan lunak yang terinfeksi, dan memberikan ruang untuk obturasi di kemudian hari.^{29,30}

PSA dapat dikatakan berhasil jika tidak ada keluhan serta kelainan patologis pada gigi yang dirawat. Adapun kriteria keberhasilan, diantaranya tidak ada rasa sakit atau pembengkakan pada gigi yang dirawat, tidak ada gejala klinis dan gigi dapat kembali berfungsi secara fisiologis serta radiografi di daerah apeks terlihat normal.³¹ Pada gigi dengan lesi periapikal sebelum perawatan tidak terdapat keluhan dan lesi periapikal yang ada sebelum perawatan dapat berkurang atau tetap.³² Pengisian saluran yang akar hermetis meminimalkan celah

bagi bakteri untuk berkembang biak.³³ PSA juga dapat mengalami kegagalan; dikatakan gagal apabila secara radiografi patosis yang telah ada khususnya lesi radiolusen yang tetap tidak berubah, berkembang atau membesar dibanding awal perawatan.³⁴

Preparasi saluran akar merupakan tahap yang penting dalam PSA.³⁵ Saat ini telah tersedia banyak instrumen preparasi saluran akar. Beberapa diantaranya adalah instrumen konvensional dan instrumen *rotary*.³⁶ Instrumentasi konvensional selama pulpektomi pada gigi sulung biasanya dilakukan dengan menggunakan *hand file*.³⁷ *Hand file* dapat digunakan untuk preparasi kemo mekanik secara konvensional selama prosedur pulpektomi. Meskipun digunakan secara tradisional, penggunaan *hand file* menjadi tantangan karena saluran yang sempit dan melengkung pada gigi sulung dengan resorpsi fisiologis yang sedang berjalan.³⁸ Penggunaan *hand file* dapat menyulitkan dalam pengisian yang tepat dan meningkatkan waktu perawatan yang dapat berdampak negatif pada perilaku anak.^{39,40}

Prosedur endodontik pediatrik dengan instrumentasi konvensional secara bertahap telah digantikan oleh instrumentasi *rotary* selama beberapa tahun terakhir.⁴¹ Namun, instrumen *rotary* masih memerlukan keahlian teknis dan pengalaman yang optimal untuk menghindari komplikasi selama preparasi saluran akar.⁴¹ Instrumentasi merupakan pengganti yang efisien untuk preparasi secara manual karena dapat mempertahankan morfologi saluran akar yang sesuai dengan perubahan atau kegagalan yang minimal.⁴² Sistem *rotary* memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan metode konvensional, seperti fleksibilitas, efisiensi pembersihan yang lebih baik, mempertahankan morfologi dan bentuk alami saluran akar, serta waktu operasi yang lebih singkat, yang meningkatkan kerjasama dengan pasien, sehingga mengurangi kelelahan pasien dan tenaga dokter. Selain itu, karena preparasi saluran berbentuk *funnel*, pengisian saluran akar yang lebih mudah dan merata ketika menggunakan bahan obturasi.⁴³ Berbagai sistem file endodontik *rotary* sekarang tersedia dan telah digunakan secara efektif untuk endodontik pediatrik.⁴⁴

Kekuatan *rotary* yang berlebih untuk membersihkan saluran akar gigi dapat mengakibatkan patahnya file endodontik di dalam saluran akar sehingga proses mengeluarkan file yang patah menjadi rumit.⁴⁵ Fraktur instrumen dalam gerakan *rotary* dapat terjadi karena torsi atau akibat beban siklik. Fraktur torsi terjadi bila ujung instrumen atau bagian lain dari instrumen terkunci di dalam saluran akar sementara *shank* terus berputar. Ketika torsi yang diberikan oleh alat genggam melebihi batas elastisitas logam, sehingga patahnya ujung file tidak dapat dihindari.⁴⁶ Peristiwa beban siklik yang berulang dapat menjadi faktor penting dalam separasi instrumen. Bila instrumen ditempatkan di dalam kanal yang melengkung, instrumen akan berubah bentuk dan mengalami tekanan. Setengah dari poros instrumen di bagian luar kurva mengalami tegangan, sedangkan setengahnya lagi di bagian dalam mengalami kompresi.⁴⁷ Akibatnya, setiap rotasi menyebabkan instrumen mengalami satu siklus

tegangan-kompresi yang lengkap. Berbagai faktor telah dikaitkan dengan patahnya instrumen putar Ni-Ti, yaitu jumlah penggunaan, kecepatan rotasi, sudut dan radius kelengkungan, desain instrumen, teknik instrumentasi, torsi, gaya apikal yang berlebihan selama instrumentasi, dan pengalaman operator.^{48,49} Pengalaman operator telah dinilai dalam beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa latihan dan pengalaman diperlukan untuk meminimalkan kejadian patahnya instrumen.^{50,51}

Pengenalan instrumentasi *rotary* Ni-Ti dalam kedokteran gigi anak mengantarkan era modern endodontik anak.⁵² Dalam kedokteran gigi anak terkini, FKG *Dentaire Swiss* telah mengembangkan teknologi alat *XP-endo® Shaper*. *XP-endo® Shaper* adalah sebuah *rotary file* endodontik revolusioner yang bentuknya seperti ular dan peka terhadap panas yang dapat menginstrumentasi saluran akar dengan gerakan asimetris dan memiliki ujung penguat yang lebih efisien untuk membersihkan dan membentuk saluran akar.⁵³ *XP-endo Shaper®* menghasilkan preparasi saluran akar yang sempurna dalam waktu instrumentasi yang singkat. Selain itu, putaran yang dihasilkan di dalam saluran akar meningkatkan agitasi irigasi dan desinfeksi saluran akar serta membantu dalam pembersihan debris secara oklusal.⁵³ File ini menggunakan gerakan putar asimetris, yang menghasilkan bentuk setengah lingkaran saat mengembang pada suhu 35°C atau lebih tinggi. File ini lunak dalam fase martenstitnya, yang dicapai pada suhu kamar. Namun, ketika ditempatkan di kanal pada suhu tubuh, file akan kembali ke bentuk yang sudah diketahui (fase austenitik). Keuntungan *XP-endo Shaper®* adalah fleksibilitas dan ketahanan terhadap beban yang tinggi, serta kemampuan untuk berkembang di dalam saluran dengan mudah dan lentur, mengembang atau mengecil sesuai dengan morfologi saluran, sehingga menyesuaikan dengan anatomi saluran akar, dan menjangkau sebagian besar daerah saluran akar.⁵⁴



Gambar 1 *XP-endo Shaper®* (<https://www.e-skirgesa.lt/image/cache/catalog/33841-16457335392-648x550.webp>)

Bentuk inovatif dari file *XP-endo Shaper®* memungkinkan untuk menghilangkan dentin secara efektif dan konservatif dengan tetap mempertahankan bentuk asli saluran akar. Hal ini menurunkan kemungkinan terjadinya masalah iatrogenik seperti instrumentasi atau pergerakan yang berlebihan. Oleh karena itu, hal ini dapat mengurangi rasa sakit dan peradangan pascaperawatan dan masa penyembuhan yang lebih cepat. Hal ini sangat penting selama prosedur pulpektomi karena tujuannya adalah untuk membuang pulpa sebanyak mungkin dengan kerusakan yang paling sedikit pada jaringan di sekitarnya. Pendekatan instrumentasi ini memiliki beberapa

keuntungan dibandingkan pulpektomi sebelumnya seperti hasil perawatan yang lebih baik, penurunan risiko komplikasi, dan meningkatkan kenyamanan.¹⁹

PEMBAHASAN

Prosedur yang terlalu lama dapat mengganggu kerja sama pasien anak. Mempersingkat waktu yang diperlukan untuk melakukan prosedur pulpektomi termasuk untuk menyelesaikan instrumentasi saluran akar dan membersihkan seluruh ruang saluran akar sebelum obturasi sangat urgen dalam perawatan endodontik gigi sulung.⁵¹ Menurut hasil penelitian Ochoa-Romero dkk,⁵⁵ dilaporkan waktu instrumentasi yang lebih singkat secara signifikan ketika file *rotary* digunakan pada gigi molar pertama. Silva dkk,⁵⁶ melaporkan waktu instrumentasi yang jauh lebih singkat dengan menggunakan file *rotary* dan hand file, masing-masing 3,5 dan 9,1 menit.

Secara historis, *hand file* (H dan K) digunakan untuk melakukan terapi endodontik pada gigi sulung. Masalah utama dari pendekatan ini adalah bahwa pasien yang lebih muda tidak dapat menoleransi perawatan dengan baik. Bahaya iatrogenik yang disebabkan oleh instrumentasi termasuk ketidaksesuaian dengan bentuk saluran akar, yang mengakibatkan pengambilan *hard tissue* saluran akar yang keras, ketidaknyamanan pascaperawatan, peradangan, dan penyembuhan yang tertunda karena pengeluaran debris selama instrumentasi.⁵¹ Perkembangan endodontik pediatrik saat ini dimulai dengan penggunaan instrumen *rotary* Ni-Ti pada kedokteran gigi anak, aplikasinya menghasilkan obturasi berbentuk *funnel* dengan mengurangi waktu instrumentasi dan menghilangkan masalah yang terkait dengan instrumentasi file secara manual.^{51,57}

XP-endo Shaper dipilih pada kajian ini karena merupakan perangkat baru yang dirancang khusus untuk mengatasi masalah utama yang spesifik dalam instrumentasi saluran akar. Banyak akar gigi sulung yang memiliki saluran akar berbentuk oval.⁵⁸ Kebanyakan file *rotary* saat ini, termasuk file *Kedo-S*, memiliki inti logam yang solid dan cenderung menciptakan ruang dengan bentuk melingkar di setiap saluran akar, yang dapat membatasi kemampuan pembersihan prosedur endodontik. Esentürk dkk,⁵⁹ baru-baru ini menunjukkan bahwa ketika file *rotary* digunakan pada gigi sulung, 60% area dinding saluran tetap tidak terinstrumentasi. Preparasi kanal dengan bentuk oval cenderung meninggalkan jaringan, bakteri dan debris pada bagian yang tidak terinstrumentasi pada kanal oval, sehingga memengaruhi prognosis perawatan.⁶⁰ Sebaliknya, *XP-endo Shaper* adalah file yang fleksibel, seperti ular, yang cenderung membentuk ruang yang mewakili *selubung gerak* file yang berputar. Lingkup gerak ini fleksibel dan dapat berkontraksi dan melebar, seperti yang diperlukan dalam kanal tertentu, sehingga file *XP-endo Shaper* dapat beradaptasi dengan kanal berbentuk oval dan bahkan berbentuk seperti pita, seperti yang sering didapati pada gigi molar pertama.^{14,61}

Disimpulkan bahwa penggunaan *XP-endo® Shaper* dalam perawatan pulpektomi memberikan beberapa keuntungan dibandingkan dengan pendekatan endodontik konvensional. File *XP-endo® Shaper* dapat meningkat-

kan efektivitas dan efisiensi preparasi saluran sekaligus menurunkan kemungkinan masalah prosedur, file ini dapat menjadi tambahan yang berguna untuk perangkat endodontik. Akan tetapi masih diperlukan penelitian lebih

lanjut untuk memastikan efektivitasnya dalam berbagai kasus agar dapat digunakan untuk perawatan pulpekto-mi pada gigi sulung sehingga dapat meningkatkan keberhasilan perawatan gigi anak di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Butera A. Evaluation of children caries risk factors: a narrative review of nutritional aspects, oral hygiene habits, and bacterial alterations. *Children* 2022; 9(2):262; <https://doi.org/10.3390/children9020262>
- Syreen S, Anwar A, Ahmad G, Rahman MZ. Prevalence of dental caries among children residing in muslim dominated area of Laheriasarai, Darbhanga. *J Med Sci Clin Res* 2018;6(12).
- Marwah N. Textbook of pediatric dentistry. 4th ed. New Delhi; Jaypee Brothers Medical Publishers: 2019.p.57.
- Abbass MMS, Mahmoud SA, El Moshay S, Rady D, AbuBakr N, Radwan IA, et al. The prevalence of dental caries among Egyptian children and adolescences and its association with age, socioeconomic status, dietary habits and other risk factors. A cross-sectional study. *F1000Res* 2019;8:8.
- Ortiz AS, Tomazoni F, Knorst JK, Ardenghi TM. Influence of socioeconomic inequalities on levels of dental caries in adolescents: a cohort study. *Int J Paediatr Dent* 2020;30(1):42–9
- Trubey RJ, Moore SC, Chestnutt IG. Children's toothbrushing frequency: The influence of parents' rationale for brushing, habits and family routines. *Caries Res* 2015;49:157–64.
- Trubey RJ, Moore SC, Chestnutt IG. The association between parents' perceived social norms for toothbrushing and the frequency with which they report brushing their child's teeth. *Communit Dent Health* 2015;32: 98–103.
- WHO, Oral Health, World Health Organisation, Geneva, Switzerland; 2020.
- Kementerian Kesehatan RI. Info Datin Kesehatan Gigi Nasional September 2019. Pusdatin Kemenkes RI; 2019.p.1-6
- Kemenkes RI. Profil Kesehatan Indonesia 2018 (Indonesia Health Profile 2018).p.207
- George S, Anandaraj S, Issac JS, John SA, Harris A. Rotary endodontics in primary teeth-a review. *Saudi Dent J* 2016;28: 12-7
- Crespo S, Cortes O, Garcia C, Perez L. Comparison between rotary and manual instrumentation in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2008; 32:295-8
- Uslu G, Özyürek T, Yilmaz K, Gündoğar M, Plotino G. Apically extruded debris during root canal instrumentation with Reciproc blue, HyFlex EDM, and XP-endo shaper nickel-titanium files. *J Endod* 2018; 44:856–9.
- Veloza C, Albuquerque D. Micro computed tomography studies of the effectiveness of XP-endo shaper in root canal preparation: a review of the literature. *Sci World J* 2019; 19: 3570870. <https://doi.org/10.1155/2019/3570870>
- Nyvad B, Crielgaard W, Mira A, Takahashi N, Beighton D. Dental caries from a molecular microbiological perspective. *Caries Res* 2018; 47:89–102.
- Bjørndal L. Caries pathology and management in deep stages of lesion formation. In: Bjørndal L, Kirkevang LL, Whitworth J, eds. Textbook of endodontology, 3rd ed. Oxford; UK. Wiley Blackwell;2018.p.61–78.
- Bjørndal L. Management of deep caries and the exposed pulp. *Int Endod J* 2019;52:949–73. doi:10.1111/iej.13128
- Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 2006; 39:196–202.
- Thakur B, Pawar AM. Adaptive Instrumentation of root canals in primary teeth using XP-endo shaper: a case series. *J Clin Pediatr Dent* 2023;47(5):170-5 DOI:10.22514/jocpd.2023.067
- McTigue DJ. Managing traumatic injuries in the young permanent dentition. *Pediatric Dentistry* (6th Ed). Elsevier; 2019.
- American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Chicago, Ill. Am Acad Pediatr Dent 2022:415-23.
- Ahmed HA. Pulpotomy procedures in primary molar teeth. *Eur J Gen Dent* 2014;3:3-10.
- Sanusi SY, Al-Batayneh OB. Pulp therapy of primary dentition; its relevance despite insufficient histological evidence: a review. *Iranian Endod J* 2023;18(1):15-40. doi:10.22037/iej.v18i1.34931.
- Ahmed H. Pulpotomy procedures in primary molar teeth. *Eur J Gen Dent* 2014;3(1):3. Doi: 10.4103/2278-9626.126201.
- Setia V, Pandit IK, Srivastava N, Gugnani N, Sekhon HK. Space maintainers in dentistry: past to present. *J Clin Diagn Res* 2013; 7(10):2402-5
- Octiara E, Tarigan GA. Mother's knowledge regarding the functions of children's primary teeth in Salapian District, Langkat-North Sumatera. *Dentika Dent J* 2022;55. Doi:10.32734/dentika.v25i2.8886
- Achmad H, Armedina RN, Timokhina T, Goncharov VV, Sitanaya R, Riyanti E. Literature review: problems of dental and oral health primary school children. *Indian J Forens Med Toxicol* 2021;15(2):4146.
- Katge F, Chimata VK, Poojari M, Shetty S, Rusawat B. Comparison of cleaning efficacy and instrumentation time between rotary and manual instrumentation techniques in primary teeth: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2016;9:124–7
- Kuo CI, Wang YL, Chang HH, Huang GF, Lin CP, Li UM, et al. Application of Ni-Ti rotary files for pulpectomy in primary molars. *J Dent Sci* 2006;1: 10-5
- Yang S, Rivera EM, Walton RE, Baumgardner KR. Canal debridement: effectiveness of sodium hypochlorite and calcium hydroxide as medicaments. *J Endod* 1996; 22:521-5.
- Heymann HO, Swift EJ, Ritter AV. Sturdevant's art and science of operative dentistry. *CEUR Workshop Proceedings*; 2015. 1542, 33–6. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.0>
- Mortman RE. Technologic advances in endodontics. Elsevier on September 09, 2018. Atlantic Coast Dental Research Clinic.
- Freedman GA. Contemporary esthetic dentistry. St. Louis: Mosby, Inc.; 2012.p.81-3.
- Garg N, Garg A. Textbook of operative dentistry, 3rd ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.;2015.p.17-9, 447-8, 452-3, 458-9, 461, 467.
- Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, di Giorgio G, Testarelli L, et al. New technologies to improve root canal disinfection. *Braz Dent J* 2016;27(1):3–8
- Talebzadeh B, Nezafati S, Rahimi S, Shahi S, Lotfi M, Ghasemi N. Comparison of manual and rotary instrumentation on post-operative pain in teeth with asymptomatic irreversible pulpitis: a randomized clinical trial. *Iran Endod J* 2016;11(4):273–9
- Natchiyar N, Asokan S, Priya PRG, Kumar TDY. Comparison of clinical and radiographic success of rotary with manual instrumentation techniques in primary teeth: a systematic review. *Int J Clin Pediatr Dent* 2021;14:8-13
- Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 3rd ed, Saunders Company Inc.; 2002.p.222.

39. Rosa FM, Modesto A, Faraco-Junior IM. Manual and rotary instrumentation techniques for root canal preparation in primary molars. *Dent* 2014;2(1):1–5. doi: 10.3390/dj2010001.
40. Alrahabi M. Comparative study of root-canal shaping with stainless steel and rotary NiTi files performed by preclinical dental students. *Technol Health Care* 2015;23:257–65.
41. Shaikh SM, Goswami M. Evaluation of the effect of different root canal preparation techniques in primary teeth using CBCT. *J Clin Pediatr Dent* 2018;42:250–5.
42. Hecksher F, Vidigal B, Coelho P, Otoni D, Alvarenga C, Nunes E. Endodontic treatment in artificial deciduous teeth by manual and mechanical instrumentation: A pilot study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2018;11:510–2.
43. Thakkar T, Naik S, Ghule K. Advances in rotary endodontics in pediatric dentistry. *EC Dent Sci* 2019;18:1320–30.
44. Ruddie CJ. Nonsurgical retreatment. *J Endod* 2004;30:827–45.
45. Plotino G, Grande NM, Cordaro M, Testarelli L, Gambarini G. A review of cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2009;35:1469–76.
46. Wolcott S, Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, et al. Separation incidence of Protaper rotary instruments: A large cohort clinical evaluation. *J Endod* 2006;32:1139–41.
47. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
48. Gambarini G. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments after clinical use with low-and high-torque endodontic motors. *J Endod* 2001;27:772–4.
49. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Influence of rotational speed, torque and operator's proficiency on ProFile failures. *Int Endod J* 2001;34:47–53.
50. Mandel E, Adib-Yazdi M, Benhamou LM, Lachkar T, Mesgouez C, Sobel M. Rotary Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks: influence of operator on instrument breakage. *Int Endod J* 1999;32:436–43.
51. Jeevanandan G, Kedo S. Pediatric rotary files for root canal preparation in primary teeth- case report. *J Clin Diagn Res* 2017; 11: ZR03-05.
52. Pawar BA. Effect of adaptive rotary and manual root canal instrumentation in primary molars: a triple-armed, randomized controlled clinical trial. *Biol* 2021;10: 42.
53. Pawar BA. Apical debris extrusion during instrumentation of oval canals in primary teeth using manual versus motorized files: an ex vivo study. *Sci Reports* 2021;11:1–7.
54. Seracchiani M, Donfrancesco O. In vitro evaluation of a recently developed rotary file: AF rotary. *Braz Dent Sci* 2021;24:1–6.
55. Ochoa-Romero T, Mendez-Gonzalez V, Flores-Reyes H, Pozos-Guillen AJ. Comparison between rotary and manual techniques on duration of instrumentation and obturation times in primary teeth. *J Clin Pediatr Dent* 2011;35:359–63.
56. Silva LAB, Leonardo MR, Nelson-Filho P, Tanomaru JMG. Comparison of rotary and manual instrumentation techniques on cleaning capacity and instrumentation time in deciduous molars. *J Dent Child* 2004;71:45–7.
57. Barr ES, Kleier DJ, Barr NV. Use of nickel-titanium rotary files for root canal preparation in primary teeth. *Pediatr Dent* 2000; 22:77–8.
58. Clegghorn BM, Boorberg NB, Christie WH. Primary human teeth and their root canal systems. *Endod Top* 2012;23:6–33. <https://doi.org/10.1111/etp.12000>
59. Madhusudhana K, Mathew VB, Reddy NM. Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems: an in vitro study. *Contemp Clin Dent* 2010;1:234–6. [https://doi.org/10.4103/0976-237X.76390\(2010\)](https://doi.org/10.4103/0976-237X.76390(2010)).
60. Esentürk G. A micro-computed tomographic assessment of root canal preparation with conventional and different rotary files in primary teeth and young permanent teeth. *Int J Paediatr Dent* 2019;30:202–8. <https://doi.org/10.1111/ipd.12587>
61. Priyadarshini P, Jeevanandan G, Govindaraju L, Subramanian EMG. Clinical evaluation of instrumentation time and quality of obturation using paediatric hand and rotary file systems with conventional hand K-files for pulpectomy in primary mandibular molars: A double-blinded randomized controlled trial. *Eur Arch Paediatr Dent* 2020;17:1–9.