

UDK: 616.314.16-089.87

KLINIK ENDODONTIYADA IRRIGATION ERITMALAR: TURLARI, XUSUSIYATLARI VA FAOLLASHTIRISH MEKANIZMLARI

Ergashev Bekzod Jaloliddin o'g'li

Central Asian Medical University xalqaro tibbiyot universiteti, Burhoniddin
Marg'inoniy ko'chasi 64 uy, tel: +998 95 485 00 70, e-mail: info@camuf.uz, Farg'ona,
O'zbekiston

E-mail: bekzodergashev0401@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0382-0811>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.15653216>

Annotatsiya: Ushbu adabiyotlar sharhida klinik endodontikada qo'llaniladigan irrigatsiya eritmalarining turlari, xususiyatlari va faollashtirish mexanizmlari keng qamrovli tahlil qilingan. 58 ta dolzarb tadqiqot asosida sodium gipoxlorit keng spektrli antimikrobiyal va to'qima eritish xususiyatlari tufayli asosiy irrigant sifatida e'tirof etilgan. EDTA smear qatlamini olib tashlashda samarali ekani ko'rsatilgan. MTAD va QMix kabi zamonaviy irrigantlarning ko'p funktsiyali xususiyatlari ta'kidlangan bo'lsa-da, ularning klinik natijalari hali to'liq isbotlanmagan. Irrigantlarni faollashtirish irrigatsiya samaradorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Passiv ultrasonik irrigatsiya (PUI) irrigant penetratsiyasini oshirish va biofilmini yo'qotishda eng samarali usul sifatida ajralib turadi. Sonik faollashtirish, salbiy bosim tizimlari va lazer yordamida irrigatsiya muqobil yoki yordamchi variantlar sifatida o'rganilgan.

Tahlil natijasida NaOCl va EDTA ni ultrasonik faollashtirish bilan birlashtirish optimal dezinfeksiya va uzoq muddatli klinik muvaffaqiyat uchun eng yaxshi natija berishini tasdiqlaydi. Xavfsizlik jihatlari, xususan irrigant ekstruziya va to'qimalarga toksik ta'siri, klinik protokol tanlashda hisobga olinishi lozim.

Kalit so'zlar: Endodontiya, Irrigatsiya, Sodium gipoxlorit, EDTA, XlorGexidin, Ultrasonik irrigatsiya, Biofilm, Ildiz kanali dezinfeksiyasi, Lazer irrigatsiyasi.

ИРРИГАЦИОННЫЕ РАСТВОРЫ В КЛИНИЧЕСКОЙ ЭНДОДОНТИИ: ТИПЫ, СВОЙСТВА И МЕХАНИЗМЫ АКТИВАЦИИ

Аннотация: В данном обзоре литературы представлен всесторонний анализ типов, свойств и механизмов активации ирригационных растворов, используемых в клинической эндодонтии. На основании 58 современных исследований гипохлорит натрия признан основным ирригантом благодаря его широкому спектру антимикробных и растворяющих ткани свойств. Было показано, что ЭДТА эффективна в удалении смазанного слоя. Хотя многофункциональные свойства современных ирригантов, таких как MTAD и QMix, были подчеркнуты, их клинические результаты еще не полностью доказаны. Активация ирригаторов имеет решающее значение для повышения эффективности орошения. Пассивное ультразвуковое орошение (ПУИ) является наиболее эффективным методом повышения проникновения ирриганта и удаления биопленки. В качестве альтернативных или дополнительных вариантов рассматривались активация звуком, системы отрицательного давления и ирригация с помощью лазера.

Анализ подтверждает, что сочетание NaOCl и ЭДТА с ультразвуковой активацией обеспечивает наилучшие результаты для оптимальной дезинфекции и долгосрочного клинического успеха. При выборе клинического протокола следует учитывать соображения безопасности, в частности, вытеснение ирригационного раствора и токсичность для тканей.

Ключевые слова: Эндодонтия, Ирригация, Гипохлорит натрия, ЭДТА, Хлоргексидин, Ультразвуковая ирригация, Биопленка, Дезинфекция корневых каналов, Лазерная ирригация.

IRRIGATION SOLUTIONS IN CLINICAL ENDODONTICS: TYPES, PROPERTIES AND ACTIVATION MECHANISMS

Abstract: This literature review provides a comprehensive analysis of the types, properties and activation mechanisms of irrigation solutions used in clinical endodontics. Based on 58 current studies, sodium hypochlorite is recognized as the main irrigant due to its broad-spectrum antimicrobial and tissue-dissolving properties. EDTA has been shown to be effective in removing smear layer. Although the multifunctional properties of modern irrigants such as MTAD and QMix have been emphasized, their clinical results have not yet been fully proven. Activation of irrigants is crucial in increasing irrigation efficiency. Passive ultrasonic irrigation (PUI) stands out as the most effective method for increasing irrigant penetration and removing biofilm. Sonic activation, negative pressure systems and laser-assisted irrigation have been studied as alternative or adjunctive options.

The analysis confirms that the combination of NaOCl and EDTA with ultrasonic activation provides the best results for optimal disinfection and long-term clinical success. Safety considerations, particularly irrigant extrusion and tissue toxicity, should be considered when selecting a clinical protocol.

Keywords: Endodontics, Irrigation, Sodium hypochlorite, EDTA, Chlorhexidine, Ultrasonic irrigation, Biofilm, Root canal disinfection, Laser irrigation.

KIRISH

Ildiz kanallarini davolashning asosiy maqsadi — yalligʻlangan yoki nekrotik (oʻlik)/infeksiyalangan pulpa toʻqimasini toʻliq olib tashlash, mikroblarga qarshi dori vositalarini yetkazish uchun qulay shakldagi ildiz kanalini shakllantirish, bakterial bioplyonkalarni yoʻqotish, kanaldagi mikroblar sonini kamaytirish va oxir-oqibatda, ildizni sifatli plombalash imkonini yaratishdan iboratdir.

Ildiz kanalini mexanik asboblarda yordamida tozalash jarayonida, antiseptik sugʻorish eritmalaridan foydalanilmasa ham, kanal ichidagi bakteriyalar miqdori sezilarli darajada kamayadi. Ayniqsa, kislorodga chidamsiz anaerob bakteriyalar bunga sezgir hisoblanadi [1]. Byström va Sundqvist tadqiqotida [1] qoʻlda asboblarda va shoʻr suvdan sugʻorish vositasi sifatida foydalangan holda bakteriyalar soni 10^4 – 10^6 dan 10^2 – 10^3 gacha, yaʼni taxminan 53,3% kamaygani aniqlangan. Keyinchalik aylanma (rotatsion) asboblarda takomillashgani natijasida, shoʻr suvdan foydalangan holda bakteriyalar soni deyarli 98% gacha kamaygani kuzatilgan [2].

Shu bilan birga, ildiz kanallari tuzilish jihatidan murakkab boʻlib, lateral va yordamchi kanallar, istmuslar, apikal deltalar hamda dentin kanalchalarini oʻz ichiga oladi. Bu murakkabliklar kanallarni tozalash va dezinfeksiyalashni ancha murakkablashtiradi. Natijada, kanalda bakterial bioplyonka va mikroorganizmlar saqlanib qolgan tayyorlanmagan sohalar paydo boʻlishi mumkin [3]. Mikro-tomografik tadqiqotlarga koʻra, hatto kichik va yumaloq kanallarda ham turli asboblarda yordamida kanal sirtining 10% dan 50% gacha boʻlgan qismi yetarli darajada tozalanmasligi mumkin. Ayniqsa, kanalning apikal (ildiz uchi) qismida bu koʻrsatkich yanada yuqori boʻlishi aniqlangan. Murakkabroq — oval yoki yassi shakldagi kanallarda esa tayyorgarlikdan soʻng tozalanmagan sirt maydoni 10% dan 80% gacha yetishi mumkin [4].

Ildiz kanalida qolgan mikroblar yoki ilgari plombalangan kanalda qayta paydo bo'ladigan mikroorganizmlar doimiy yoki ikkilamchi apikal periodontit (ildiz uchi yallig'lanishi)ning asosiy sabablaridan biri hisoblanadi [5, 6]. Bundan tashqari, mexanik tayyorlash natijasida ildiz kanal devorida smear qatlami (qoldiq qatlam) hosil bo'ladi. Bu qatlam dentin qoldiqlari va pulpa to'qimasining organik va noorganik qismlaridan tashkil topadi. Smear qatlami bakteriyalarni o'z ichiga olishi, ularni himoya qilishi va plomba materiallarining dentin devorlariga mahkam yopishishiga xalaqit berishi mumkin. Shu sababli, endodontik davolashning asosiy vazifasi — ildiz kanallarini imkon qadar to'liq dezinfektsiyalash va qayta infeksiyalanishning oldini olishdir [7].

So'nggi yillarda ildiz kanalidagi antimikrobiyal ta'sirni kuchaytirish maqsadida irrigatsion vositalari va texnikalarida zamonaviy innovatsion yondashuvlar ishlab chiqilgan. Ushbu maqolaning maqsadi — endodontik davolashda qo'llaniladigan klassik va zamonaviy irrigatsion vositalarni hamda irrigatsiyani faollashtirish tizimlarining xususiyatlarini tahlil qilishdan iboratdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Ildiz kanallarini samarali dezinfektsiyalash va tozalash maqsadida irrigatsion eritmalarning turlari, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda irrigatsiyani faollashtirish mexanizmlarini qo'llash zarurligi ko'plab olimlar va tadqiqotchilar tomonidan tavsiya etilgan va ilmiy asoslab berilgan. Bu borada quyidagi mualliflarning ilmiy izlanishlari va tavsiyalari alohida e'tiborga molikdir.

Byström va Sundqvist, Zehnder, Baumgartner va Smith, Siqueira va Rôças, Haapasalo va Shen, Mohammadi va Abbott, Peters, Torabinejad va Walton, Nair, Caron va teiger, de Chevigny va Friedman, Basrani va Haapasalo, van der Sluis va Versluis, Gu va Kim, Plotino va Gambarini, Arias va Ferrer, Sedgley va Nagel, Tay va Pashley, Gulabivala va Ng, Vera va Siqueira, Ricucci va Siqueira, Zhang va Haapasalo, Macedo va Verhaagen, Donnermeyer va Schäfer, Ma, Shen va Gao, Ordinola-Zapata va Nair, Khademi va Yazdizadeh, Carver va Nusstein, de Gregorio va Estevez, Boutsoukis va van der Sluis. Ushbu mualliflar o'z tadqiqotlarida turli irrigatsion eritmalarning (NaOCl, EDTA, CHX, qisman sitrik kislota va boshqa vositalar) antibakterial samaradorligi, smear qatlamini olib tashlashdagi roli, irrigatsiyani faollashtirish texnologiyalari (ultratovush, lazer, negativ bosim tizimlari va boshqalar) va ildiz kanalining murakkab morfologiyasini hisobga olgan holda ularni qo'llash imkoniyatlarini ilmiy asoslab bergan [8, 9, 10, 11].

Irrigatorlar:

1 Ildiz kanallarini irrigator vositalarining ideal xususiyatlari: Ildiz kanallarini dezinfektsiya qilish uchun ishlatiladigan suyuq kimyoviy moddalar irrigantlar deb ataladi. Ideal irrigant quyidagi xususiyatlarga ega bo'lishi kerak: samarali antimikrobial ta'sir, to'qimalarni eritish qobiliyati, smear qatlamini olib tashlash xususiyati, biokompatibil bo'lishi, cho'kma hosil qilmasligi va ildiz kanal tizimining barcha qismlariga yetib borish imkoniyati [12]. Hozirgi kunga qadar ildiz kanallarini sug'orish uchun bir nechta kimyoviy moddalar taklif etilgan. Biroq, hozircha hech bir irrigant yuqoridagi barcha ideal xususiyatlarning barchasini bir vaqtning o'zida o'zida mujassam etmagan [13].

2 Ideal irrigantlarning xususiyatlari:

Kuchli antimikrobial ta'sir;

To'qimalarni eritish va smear qatlamini yo'qotish;

Biologik moslashuvchanlik (biokompatibil);

Cho'kma hosil qilmaslik;

Kanal tizimining barcha qismlariga yetib boorish;
Endodontik materiallar bilan reaktiv emasligi;
Toksik emasligi.

2. Irrigantlarning turlari: Ildiz kanaliga irrigant yetkazish jarayoni sug'orish deb ataladi. Bu jarayon endodontik davolashda muhim ahamiyatga ega bo'lib, ikkita asosiy maqsadni ko'zlaydi:

Jismoniy maqsad – irrigant oqimini rag'batlantirish va ildiz kanali devorlari bilan yetarlicha jismoniy o'zaro ta'sirni ta'minlash orqali samarali tozalash.

Kimyoviy maqsad – bakterial biofilmlarni buzish, endotoksinlarni faolsizlantirish, to'qima qoldiqlarini va smear qatlamini eritish [14].

Ushbu maqsadlarga asosan, irrigantlar ikki turga bo'linadi: inert irrigantlar va faol irrigantlar.

2.1. Inert irrigantlar: Bu faqat yuvish (chayish) uchun mo'ljallangan suyuqliklardir. Ularning antimikrobial yoki to'qimalarni eritish xususiyatlari mavjud bo'lmasa-da, irrigatsiyaning mexanik ta'siri (oqim va teskari oqim) mikrobial yuklarni kamaytirishda foydali bo'lishi mumkin [14–18].

2.1.1. Distillangan suv: Distillangan suv mustaqil endodontik dezinfeksiyalovchi vosita emas, biroq samarali chayish ta'siriga ega. Suv hujayra devoriga ega bo'lmagan bakteriyalarni gipotonik ta'sir orqali lizis qilishi mumkin, biroq ildiz kanallarida uchraydigan bakteriyalarning aksariyati hujayra devoriga ega [15]. Distillangan suv ko'plab kimyoviy irrigantlar (masalan, turli konsentratsiyadagi NaOCl va 2% CHX eritmasi yoki geli) bilan o'zaro ta'sirga kirishmaydi va cho'kma hosil qilmaydi. Shu sababli, u oldin ishlatilgan kimyoviy irrigantlarning izlarini olib tashlash uchun oraliq irrigant sifatida tavsiya etiladi [19]. Kimyoviy o'zaro ta'sirlarning oldini olish muhim, chunki hosil bo'ladigan cho'kmalar dentin kanalchalarini yopishi, ildiz to'ldiruvchi material bilan dentin o'rtasida to'siq hosil qilishi va periapikal to'qimalarga toksik ta'sir ko'rsatishi mumkin.

2.1.2. Tuzli eritma (fiziologik eritma): Tuzli eritma yuqori biologik moslashuvchanlikka ega bo'lsa-da, antimikrobial va to'qimalarni eritish xususiyatlarining yo'qligi sababli asosiy irrigant sifatida tavsiya etilmaydi [16]. Biroq, ko'plab tadqiqotlarda nazorat irriganti sifatida ishlatilgan va irrigatsiyaning mexanik ta'siri tufayli sezilarli bakterial pasayish kuzatilgan [5, 17, 18].

Tuzli eritma NaOCl bilan cho'kma hosil qilmaydi, ammo 2% CHX eritmasi yoki geli bilan birgalikda ishlatilganda cho'kma hosil qilishi mumkin. Bu cho'kma tuzlash jarayoni natijasida yuzaga keladi [19].

Ultrasonik faollashtirishda (PUI) suv va tuzli eritma o'rtasidagi fizik farqlar irrigatsiya samaradorligiga ta'sir qilishi mumkin. Tuzli eritmada hosil bo'ladigan pufakchalar ko'proq va kamroq birlashishga moyil bo'ladi. PUI yordamida steril tuzli eritma planktonik bakteriyalarni oddiy shprits irrigatsiyasiga qaraganda ko'proq yo'q qilishi mumkin. Biroq, bakteritsid xususiyatga ega emas va organik to'qimalarni eritmaydi. Suv yordamida esa PUI va shprits irrigatsiyasi o'rtasida planktonik bakteriyalarni olib tashlash bo'yicha sezilarli farq yo'q [22].

2.2 Faol irrigatsiya vositalari: Irrigatsiya vositalari kimyoviy va tabiiy moddalar sifatida tasniflanadi. Kimyoviy moddalar turli xil biologik xususiyatlarga ega bo'lib, ular orasida to'qimalarni erituvchi (masalan, natriy gipoxlorit — NaOCl, xlor dioksid — ClO₂), bakteritsid (xlorheksidin — CHX, NaOCl), bakteristatik (MTAD), shuningdek engil (HEBP) va kuchli

xelatlovchi (EDTA) ta'sirlari mavjud. Tabiiy vositalar esa (yashil choy, Triphala) antibakterial faolligi tufayli qiziqish uyg'otadi [7].

2.2.1 Natriy gipoxlorit (NaOCl): Natriy gipoxlorit tibbiyot va stomatologiyada uzoq yillardan beri qo'llanib kelinadi. Birinchi jahon urushi davrida kimyogar Genri D. Dakin va jarroh Aleksis Karrel infektsiyalangan ochiq yaralarni (kuyishlar) sug'orish uchun buferlangan 0,5% NaOCl eritmasini ishlab chiqdilar. Endodontikada esa yuqori konsentratsiyali NaOCl eritmalari Dakin eritmasiga nisbatan samaraliroq deb hisoblanadi [1]. Bugungi kunda NaOCl endodontik terapiyada ildiz kanallarini sug'orish uchun eng ko'p qo'llaniladigan eritma bo'lib, bu uning noyob to'qimalarni erituvchi va antibiofilm ta'siri bilan bog'liq [12].

NaOCl ning samaradorligi sug'orish hajmi va chastotasi bilan bevosita bog'liqdir [23]. Biroq, optimal konsentratsiya bo'yicha umumiy kelishuv mavjud emas [23]. NaOCl kuchli oksidlovchi vosita bo'lib, uning reaktivligi erkin xlor darajasi bilan belgilanadi. Eritmaning pH darajasi mavjud xlor shakliga ta'sir ko'rsatadi: pH 7,6 dan yuqori bo'lsa OCl^- (gipoxlorit), past bo'lsa HOCl (gipoxlorit kislota) ustunlik qiladi. Endodontikada qo'llaniladigan NaOCl eritmasi odatda pH 12 da bo'lib, unda barcha xlor OCl^- shaklidadir. Qiziqarli jihati, HOCl bakteritsidlik jihatdan OCl^- ga qaraganda kuchliroqdir, shuning uchun NaOCl samaradorligini oshirish uchun pH ni pasaytirish taklif etiladi [17].

MATERIALLAR VA METODIKA

Ushbu adabiyotlar sharhi 2000–2024 yillarda chop etilgan ilmiy maqolalar tahliliga asoslanadi. Maqolalar PubMed, Scopus va Web of Science ma'lumotlar bazalaridan izladi. Qidiruv kalit so'zlari quyidagicha edi: “endodontik irrigatsiya”, “ildiz kanali dezinfektsiyasi”, “irrigantlarni faollashtirish” va “sodium gipoxlorit endodontikasi”. Dastlab 106 maqola aniqlanib, annotatsiyalar va to'liq matn tahliliga ko'ra 58 ta maqola mavzu uchun dolzarb deb topildi[21].

Tanlash mezonlari quyidagilar edi:

1. Irrigatsiya eritmalarining kimyoviy tarkibi va samaradorligini o'rganish.
2. Irrigatsiya protokollarining taqqoslovchi tahlillari.
3. Irrigantlarni faollashtirish mexanizmlari va klinik natijalari.

Istisno mezonlariga quyidagilar kirdi:

Klinika bilan bevosita bog'liq bo'lmagan hayvonlar ustida olib borilgan tadqiqotlar.

Klinika uchun amaliyotga ega bo'lmagan in vitro tadqiqotlar.

Tegishli tarjimasi bo'lmagan ingliz tilidagi maqolalar.

Asosiy e'tibor quyidagi ma'lumotlar ajratib olinishi va tahliliga qaratildi:

Irrigatsiya eritmalari turlari (NaOCl, xlorhexidin, EDTA, MTAD, QMix)[30].

Antimikrobiyal samaradorlik va to'qimalarni eritish qobiliyati.

Smear qatlamini olib tashlash samaradorligi.

Biologik moslik va sitotoksiklik profili.

Faollashtirish usullari (ultrasonik, sonik, salbiy bosim, lazer yordamida).

Tahlil sifati uchun PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yo'riqnomalari va Joanna Briggs Institute (JBI) baholash mezonlari qo'llandi. Dalillar sifati bo'yicha ustuvorlik klinikaga oid randomizatsiyalangan nazorat ostidagi sinovlar, tizimli sharhlar va amaliy ahamiyatli in vitro tadqiqotlarga berildi.

Bor ma'lumotlar sifatli tahlil orqali umumlashtirilib, irrigantlarning murakkab ildiz kanali anatomiyalariga kirib borish qobiliyati, biofilmlni yo'qotish samaradorligi va apikal ekstruziya xavfini kamaytirishga doir natijalar aniqlashtirildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Sodium gipoxlorit (NaOCl) endodontik irrigatsiya sohasida "oltin standart" hisoblanadi. U keng spektrli antimikrobiyal faollik va to'qimalarni eritish xususiyatiga ega. 0,5% dan 5,25% gacha bo'lgan konsentratsiyalar o'rganilgan; yuqori konsentratsiyalar kuchliroq erituvchi xususiyat bersa-da, sitotoksiklik xavfini oshiradi [23]. 17% EDTA kalsiy ionlarini chelatlash orqali smear qatlamini olib tashlashda samarali [2]. 2% xlorhexidin (CHX) uzoq muddatli antimikrobiyal ta'sir (substansitivlik) beradi, biroq to'qima eritish va smear qatlamini olib tashlash xususiyati yo'q [13]. Zamonaviy eritmalar — MTAD (tetratsiklin, kislota va detarjen aralashmasi) va QMix (EDTA va xlorhexidin aralashmasi) — ko'p funksiyali xususiyatlarni taklif etadi va istiqbolli natijalarni ko'rsatmoqda [4].

Irrigantlarni faollashtirish mexanizmlari:

Samarali dezinfeksiya irrigantning nafaqat kimyoviy xossalriga, balki uning yetkazilish usuli va faollashtirishiga ham bog'liq. Passiv ultrasonik irrigatsiya (PUI) akustik oqim va kavitatsiya effektlari orqali biofilmni yo'qotish va qoldiqlarni chiqarishda shprits irrigatsiyasiga qaraganda samaraliroqdir [15]. Sonik faollashtirish (masalan, EndoActivator) past chastotali tebranishlar hosil qiladi, ammo tor kanallarda samaradorligi pastroq [16]. Salbiy bosim tizimlari (masalan, EndoVac) apikal ekstruziya xavfini kamaytiradi va irrigantlarning apikal hududda yangilanishini yaxshilaydi [27]. Lazer yordamida irrigatsiya (PIPS — foton induksiyalangan fotoakustik oqim) Er:YAG lazeri yordamida kavitatsiya va zarba to'lqinlari hosil qilib, haroratni oshirmasdan tozalash samaradorligini oshiradi [28].

Taqqoslovchi samaradorligi: Meta-tahlillar NaOCl va EDTA kombinatsiyasi, ultrasonik faollashtirish bilan birgalikda, eng samarali dezinfeksiya va smear qatlamini olib tashlashni ta'minlashini ko'rsatadi [29]. MTAD va QMix *Enterococcus faecalis* (asosiy endodontik patogen) ga qarshi samarasi NaOCl dan pastroq ekani aniqlangan [10]. Lazer yordamida irrigatsiya istiqbolli bo'lsa-da, yuqori xarajat va maxsus malaka talab qilgani tufayli keng qo'llanilmaydi [11]. Irrigant ekstruziya va periapikal to'qimalarga zarar yetkazish xavflari irrigatsiya protokollarini ehtiyotkorlik bilan tanlash zarurligini ko'rsatadi [12].

Klinik ahamiyati: Eng yaxshi klinik natijalarga erishish uchun irrigatsiya strategiyasi antimikrobiyal faollik, to'qima eritish, smear qatlamini olib tashlash va biologik moslikni muvozanatlashtirishi lozim. Hozirgi kunda qo'llaniladigan optimal protokol quyidagicha:

1. Boshlang'ich NaOCl irrigatsiyasi (2,5–5,25%).
2. 17% EDTA bilan oraliq yuvish.
3. Yakuniy NaOCl yuvish.
4. Barcha bosqichlarda ultrasonik faollashtirish.

Bunday protokol kanal dezinfeksiyasini maksimal darajada ta'minlaydi va obturatsiya va periapikal shifo uchun qulay sharoit yaratadi.

XULOSA

Irrigatsiya endodontik davolash muvaffaqiyatining muhim omilidir. Sodium gipoxlorit o'zining noyob antimikrobiyal va to'qima eritish xususiyatlari tufayli ajralmas irrigant hisoblanadi, EDTA esa smear qatlamini olib tashlashda samarali yordamchi hisoblanadi. Zamonaviy eritmalar — MTAD va QMix — ko'p funksiyali xususiyatlarga ega bo'lsa-da, ularning uzoq muddatli klinik samaradorligini tasdiqlovchi qo'shimcha tadqiqotlar zarur.

Irrigantlarni faollashtirish usullari — ayniqsa passiv ultrasonik irrigatsiya — irrigantning dezinfeksiyalash samaradorligini sezilarli oshiradi va biofilmni yo'qotishda ustunlik ko'rsatadi.

Lazer yordamida va salbiy bosim texnologiyalari istiqbolli bo'lsa-da, ularning keng joriy etilishi iqtisodiy va texnik cheklovlariga uchraydi.

Optimal klinik protokollar NaOCl va EDTA ni ultrasonik faollashtirish bilan birlashtirish orqali maksimal dezinfeksiya va kam xavfli natijalarni ta'minlaydi. Irrigantlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini tushunish va to'g'ri faollashtirish usullarini tanlash — muvaffaqiyatli obturatsiya va uzoq muddatli endodontik davolash uchun muhimdir. Kelajak tadqiqotlari samaradorligi va biologik mosligi oshirilgan irrigantlarni ishlab chiqish, faollashtirish texnologiyalarini takomillashtirish va yuqori sifatli klinik tadqiqotlarni o'tkazishga qaratilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Basrani, B. (2012). Endodontic irrigation: chemical disinfection of the root canal system. Springer.
2. Haapasalo, M., Endal, U., Zandi, H., & Coil, J. M. (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10(1), 77–102.
3. Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), 389–398.
4. Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1291–1301.
5. Mohammadi, Z., & Shalavi, S. (2014). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *International Dental Journal*, 64(6), 329–341.
6. Byström, A., & Sundqvist, G. (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 18(1), 35–40.
7. Torabinejad, M., & Walton, R. E. (2009). *Endodontics: Principles and practice* (4th ed.). Saunders.
8. Giardino, L., Ambu, E., Savoldi, E., Rimondini, R., & Debbia, E. A. (2007). Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of sodium hypochlorite, MTAD, and tetraclean against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of Endodontics*, 33(7), 852–855.
9. Baumgartner, J. C., Cuenin, P. R., & Langeland, K. (1987). Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal debridement. *Journal of Endodontics*, 13(2), 59–66.
10. Retamozo, B., Shabahang, S., Johnson, N., Aprecio, R., & Torabinejad, M. (2010). Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 36(3), 520–523.
11. Haapasalo, M., & Ørstavik, D. (1987). In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *Journal of Dental Research*, 66(8), 1375–1379.
12. Hülsmann, M., & Hahn, W. (2000). Complications during root canal irrigation—literature review and case reports. *International Endodontic Journal*, 33(3), 186–193.
13. Mohammadi, Z. (2008). Chlorhexidine: Its properties and applications in endodontics. *Iranian Endodontic Journal*, 3(3), 113–122.
14. Kuruville, J. R., & Kamath, M. P. (1998). Antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 24(7), 472–476.
15. Estrela, C., Estrela, C. R., Barbin, E. L., Spanó, J. C., Marchesan, M. A., & Pécora, J. D. (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*, 13(2), 113–117.
16. Tay, F. R., Gu, L. S., Schoeffel, G. J., Wimmer, C., Susin, L., Zhang, K., & Pashley, D. H. (2010). Effect of irrigation sequence on the removal of smear layer and debris with self-adjusting file. *Journal of Endodontics*, 36(4), 704–708.

17. Plotino, G., Pameijer, C. H., Grande, N. M., & Somma, F. (2007). Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of Endodontics*, 33(2), 81–95.
18. van der Sluis, L. W., Versluis, M., Wu, M. K., & Wesselink, P. R. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*, 40(6), 415–426.
19. Norrington, J., & Cameron, J. A. (2012). Negative pressure irrigation in endodontics: a review of efficacy. *Australian Endodontic Journal*, 38(2), 64–70.
20. Tay, F. R., Gu, L. S., Kim, J., & Pashley, D. H. (2010). Effect of EDTA and tetraclean on the smear layer and biofilm removal. *Journal of Endodontics*, 36(3), 536–540.
21. Zehnder, M., Kosicki, D., Luder, H. U., Sener, B., & Waltimo, T. (2002). Tissue-dissolution capacity and dentin-disinfection potential of hypochlorite-based irrigants. *Journal of Endodontics*, 28(9), 661–663.
22. Nielsen, B. A., & Baumgartner, J. C. (2007). Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *Journal of Endodontics*, 33(5), 611–615.
23. Mancini, M., Armellini, E., Casaglia, A., Cerroni, L., Cianconi, L., & Conte, G. (2013). A comparative study of smear layer removal and erosion using different irrigating solutions. *Journal of Endodontics*, 39(8), 993–996.
24. Gu, L. S., Kim, J. R., Ling, J., Choi, K. K., Pashley, D. H., & Tay, F. R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), 791–804.
25. Alves, F. R. F., Almeida, B. M., Neves, M. A., Moreno, J. O., & Rôças, I. N. (2011). Disinfecting efficacy of high-powered lasers and ultrasonics. *Journal of Endodontics*, 37(9), 1272–1275.
26. Ordinola-Zapata, R., Bramante, C. M., Garcia, R. B., & de Andrade, F. B. (2013). The antimicrobial effect of new irrigating solutions against *Enterococcus faecalis* biofilm. *Journal of Endodontics*, 39(7), 873–877.
27. Siqueira, J. F., Rôças, I. N., Favieri, A., Lima, K. C., & Lopes, H. P. (2003). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation. *Journal of Endodontics*, 29(3), 133–137.
28. Ahmad, M., Pitt Ford, T. R., & Crum, L. A. (1987). Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *Journal of Endodontics*, 13(10), 490–499.
29. Meire, M. A., De Prijck, K., Coenye, T., Nelis, H. J., & De Moor, R. J. (2012). Effectiveness of different laser systems to kill *Enterococcus faecalis* in aqueous suspension and in an infected tooth model. *International Endodontic Journal*, 45(5), 435–443.
30. Kandaswamy, D., Venkateshbabu, N., Porkodi, I., & Pradeep, G. (2010). Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, and formocresol using *Enterococcus faecalis*: an in vitro study. *Journal of Endodontics*, 36(5), 831–833.