Scientific-Research Quarterly Journal of Medical Science Of
Khatam Al-Nabieen University
Volume 9, Issue 18, Wintr 2024

Irrigation of dental canals and investigation of resistant bacteria in causing dental infections

Adam Khan Alipour[1*]

1. Department of Chemistry and Biochemistry, Faculty of Medical Laboratory Technology, Khatam al-Nabieen University, Kabul, Afghanistan
*Email: amirjanalipour802@gmail.com Phone: 0747072764

Abstract:
Dental canals, as vital and complex structures within teeth, play a crucial role in maintaining oral and dental health. These canals, which contain pulp, blood vessels, and nerves, provide a unique and sensitive environment that is highly susceptible to bacterial infections. Root canal infections are typically caused by the penetration of bacteria into these structures, which can lead to serious issues such as pulp inflammation, necrosis, and even tooth loss. Studies have shown that more than 50 species of bacteria can inhabit an infected root canal, which highlights the significant challenges associated with treatment. One of the most effective measures in root canal treatment is the process of irrigation, which plays a key role in removing microorganisms and organic debris. The choice of irrigant (such as sodium hypochlorite or chlorhexidine), the techniques employed, and modern tools for irrigation have a significant impact on the success of treatment. However, resistant bacterial biofilms that form deep within the root canal system can cause persistent and complex infections. These biofilms, due to their protective structure, exhibit high resistance to disinfectants.
Therefore, the development and application of advanced and effective methods for irrigating and disinfecting dental canals are of paramount importance. Utilizing new technologies, combined with a deeper understanding of microbial behavior, can enhance treatment outcomes and reduce recurrent infections, ultimately contributing to improved oral and dental health.
Keywords: dental canal irrigation, root canal infections, endodontic disinfectants, irrigation.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

فصلنامه علمی-پژوهشی علوم طبی
دانشگاه خاتم‌النبیین(ص)
سال نهم، شماره ۱۸، زمستان ۱۴۰۳
صفحه ۲۰ - ۱۲

شستشوی کانال‌های دندانی و بررسی باکتری‌های مقاوم در ایجاد عفونت دندانی

آدم خان علیپور[1]*

دیپارتمنت کیمیا و بیوشیمی، پوهنحی تکنالوژی طبی، پوهنتون خاتم النبیین(ص)، کابل، افغانستان
ایمیل: amirjanalipour802@gmail.com تماس: ۰۷٤۷۰۷۲۷٦٤

چکیده:

کانال‌های دندانی به عنوان ساختارهای حیاتی و پیچیده در دندان‌ها، نقشی کلیدی در حفظ سلامت دهان و دندان دارند. این کانال‌ها که حاوی پالپ، اوعیه خونی و اعصاب هستند، محیطی منحصر به فرد و حساس را فراهم می‌کنند که به راحتی تحت تأثیر عفونت‌های باکتریایی قرار می‌گیرد. عفونت‌های کانال ریشه معمولا ناشی از نفوذ باکتری‌ها به داخل این ساختارها بوده و می‌توانند منجر به مشکلات جدی مانند التهاب پالپ، نکروز و حتی از دست دادن دندان شوند. مطالعات نشان داده‌اند که بیش از ۵۰ گونه باکتری می‌توانند در یک کانال ریشه‌ای آلوده وجود داشته باشند که این تنوع میکروبی، چالش‌های قابل توجهی برای تداوی ایجاد می‌کند. یکی از مؤثرترین اقدامات در تداوی کانال‌های ریشه، فرآیند اریگیشن یا شستشوی کانال است که نقش مهمی در حذف میکروارگانیزم‌ها و بقایای آلی دارد. انتخاب ماده اریگانت (مانند هایپوکلریت سدیم یا کلرهگزیدین)، تکنیک‌های مورد استفاده و ابزارهای مدرن برای شستشو، تأثیر چشمگیری بر موفقیت تداوی دارند. با این حال، بیوفیلم‌های مقاوم باکتریایی که در عمق سیستم کانال ریشه تشکیل می‌شوند، می‌توانند عفونت‌های مداوم و پیچیده‌ای ایجاد کنند. این بیوفیلم‌ها به دلیل ساختار محافظتی خود، مقاومت بالایی در برابر مواد ضدعفونی‌کننده نشان می‌دهند. بنابراین، توسعه و به‌کارگیری روش‌های پیشرفته و مؤثر برای اریگیشن و ضدعفونی کانال‌های دندانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از فناوری‌های جدید، همراه با درک عمیق‌تر از رفتار میکروبی، می‌تواند به بهبود نتایج تداوی و کاهش عفونت‌های مکرر کمک کند، و در نهایت سلامت دهان و دندان را به طور مؤثری ارتقا دهد.

واژه‌های کلیدی: شستشوی کانال دندان، عفونت‌های کانال ریشه ، محلول‌های ضدعفونی اندودنتیک، اریگیشن.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

۱. مقدمه

کانال‌های دندانی به عنوان ساختارهای حیاتی و پیچیده در داخل دندان‌ها، نقش کلیدی در سلامت دهان و دندان دارند. این کانال‌ها، حاوی پالپ و اعصاب بوده و به دلیل محیط خاص خود، مستعد ابتلا به عفونت‌های باکتریایی هستند. حضور میکروارگانیزم‌های متنوع، به ویژه در شرایط بی‌هوازی، به پیچیدگی تداوی کانال‌های ریشه می‌افزاید. گونه‌های باکتریایی مانند Enterococcus faecalis، Streptococcus، Actinomyces و Fusobacterium از شایع‌ترین عوامل ایجاد عفونت‌های کانال‌های دندانی هستند که در صورت عدم تداوی مناسب می‌توانند منجر به امراض مانند پالپیت و پریودنتیت پری اپیکال شوند (۱،۲).

اهمیت تداوی عفونت‌های کانال‌های دندانی به دلیل تأثیر مستقیم آن‌ها بر حفظ دندان و جلوگیری از پیشرفت به شرایط پیچیده‌تر، غیرقابل انکار است. این عفونت‌ها می‌توانند به ساختارهای اطراف گسترش یافته و حتی سلامت عمومی فرد را به خطر بیندازند. با پیشرفت‌های علمی و تکنولوژیکی، تکنیک‌ها و مواد جدیدی برای مدیریت بهتر این عفونت‌ها معرفی شده‌اند که نیازمند بررسی دقیق و جامع هستند. عفونت‌های کانال‌های دندانی یکی از مشکلات شایع در تداوی اندودنتیک است. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهند که این عفونت‌ها به دلیل عوامل مختلفی از جمله پیچیدگی سیستم کانال ریشه، بیوفیلم باکتریایی و مقاومت میکروبی، تداوی را به چالش می‌کشند. حضور بیش از ۵۰ گونه باکتری در یک کانال ریشه‌ای گزارش شده است که این تنوع میکروبی، اهمیت انتخاب روش‌های مناسب برای تمیز کردن و ضدعفونی کانال‌ها را افزایش می‌دهد (۳،٤). مطالعات گذشته نشان می‌دهد که تکنیک‌ها و مواد مختلفی برای شستشوی کانال‌های دندانی استفاده شده است. هایپوکلریت سدیم (NaOCl) به دلیل خواص ضدباکتریایی قوی و توانایی حل کردن انساج آلی، به عنوان استندارد طلایی شناخته می‌شود (۵). در کنار آن، استفاده از کلرهگزیدین به دلیل فعالیت ضدباکتریایی وسیع‌الطیف و EDTA به منظور حذف لایه اسمیر مورد توجه می‌باشد (٦، ۷). در سال‌های اخیر، تکنولوژی‌های نوینی مانند دستگاه‌های اولتراسونیک و لیزر به عنوان مکمل‌های مؤثر برای افزایش کارایی آبیاری مطرح شده‌اند (۸، ۹). همچنین، استفاده از شوینده‌های گیاهی به دلیل زیست‌سازگاری و ایمنی بالا، به تدریج جایگاه ویژه‌ای در تحقیقات پیدا کرده است (۱۰). با توجه به این موارد، انجام مطالعات مروری جامع به منظور بررسی و تحلیل روش‌های مختلف شستشوی کانال‌های دندانی و مدیریت عفونت‌های مرتبط، ضرورت دارد. این مطالعه مروری با هدف بررسی اثر بخشی تکنیک‌ها و مواد مختلف شستشو، شناسایی چالش‌ها و ارائه پیشنهادات برای بهبود نتایج تداوی تدوین شده است.

۲. روش‌ها

این مطالعه مروری با هدف تحلیل روش‌های مختلف شستشوی کانال‌های دندانی و مدیریت عفونت‌های

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

مرتبط انجام شده است. در این مطالعه، تلاش شده تا با بررسی مقالات و منابع علمی معتبر، دیدگاهی جامع در مورد محلول‌های شستشو، تکنیک‌های نوین و چالش‌های مرتبط با این حوزه ارائه شود. روش کار شامل چهار مرحله اصلی بوده است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

در مرحله اول، انتخاب منابع علمی معتبر صورت گرفت. برای این منظور، مقالات تحقیقی و مروری از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر نظیر PubMed، Scopus و Web of Science جستجو و انتخاب شدند. بازه زمانی انتخاب مقالات بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ در نظر گرفته شد و کلیدواژه‌هایی مانند "شستشوی کانال دندان"، "عفونت‌های کانال ریشه" و "محلول‌های ضدعفونی اندودنتیک" برای جستجو استفاده شدند. در مرحله دوم، معیارهای ورود و خروج مقالات تعریف شد. مقالات مرتبط با موضوع اصلی که به بررسی اثربخشی محلول‌های شستشو، تکنولوژی‌های نوین و چالش‌های مرتبط پرداخته بودند، وارد مطالعه شدند. همچنین، مقالاتی که به زبان انگلیسی یا فارسی منتشر شده و از متدولوژی علمی و قابل اعتماد برخوردار بودند، مورد بررسی قرار گرفتند. مقالاتی که فاقد این معیارها بودند، از مطالعه حذف شدند. در مرحله سوم، دسته‌بندی اطلاعات به دست آمده انجام شد. اطلاعات استخراج‌شده بر اساس موضوعات اصلی شامل انواع محلول‌های شستشو، تکنیک‌های پیشرفته، اثرات زیست‌سازگاری محلول‌ها و چالش‌های کلینیکی در تداوی کانال‌های دندانی دسته‌بندی شدند. این دسته‌بندی به درک بهتر از نقاط قوت و ضعف هر روش کمک کرد. در نهایت، تحلیل اطلاعات به صورت کیفی انجام شد. اطلاعات به دست آمده از مطالعات مختلف مقایسه شدند تا تصویری جامع و دقیق از روش‌های مؤثر در شستشوی کانال دندان به دست آید. تمرکز اصلی تحلیل بر شناسایی راهکارهای نوآورانه، ارزیابی زیست‌سازگاری محلول‌ها و مدیریت چالش‌های موجود در تداوی کانال‌های دندانی بود. نتایج این مطالعه می‌تواند به بهبود روش‌های اندودنتیک و کاهش عفونت‌های مکرر کمک کند.

۳. نتایج و بحث

عفونت‌های کانال ریشه یکی از مهم‌ترین عوامل شکست تداوی اندودنتیک و بروز پریودنتیت اپیکال محسوب می‌شوند. مطالعات نشان داده‌اند که این عفونت‌ها عمدتا توسط میکروارگانیزم‌های بی‌هوازی ایجاد شده و در محیط‌های بسته و کم‌اکسیجن تکثیر می‌یابند. از جمله شایع‌ترین باکتری‌های دخیل در این عفونت‌ها می‌توان به استرپتوکوکوس‌ها (Streptococcus spp) اشاره کرد که به‌ویژه گونه‌های Streptococcus mutans و Streptococcus sanguinis در مراحل اولیه پوسیدگی دندان و پیشرفت عفونت‌های پالپ دندانی نقش دارند. علاوه بر این، پورفیروموناس جینجیوالیس (Porphyromonas gingivalis) به‌عنوان یک باکتری بی‌هوازی گرم-منفی، عامل رایج عفونت‌های مزمن کانال ریشه محسوب می‌شود که به دلیل تولید

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

انزایم‌های پروتئولیتیک، موجب تخریب انساج اطراف ریشه می‌شود (١١). در کنار این عوامل، فوزوباکتریوم نوکلئاتوم (Fusobacterium nucleatum) نیز نقش مهمی در ایجاد بیوفیلم‌های مقاوم در کانال‌های دندانی ایفا کرده و از طریق اتصال به سایر باکتری‌ها، امکان تکثیر بیشتر عوامل بیماری‌زا را فراهم می‌کند. اکتینومایسس‌ها (Actinomyces spp.) نیز معمولا در عفونت‌های پایدار و مقاوم مشاهده شده و می‌توانند منجر به تشکیل گرانولوماهای مزمن شوند. در نهایت، انتروکوکوس فکالیس (Enterococcus faecalis) به عنوان یکی از مهم‌ترین باکتری‌های عامل عفونت‌های ثانویه در تداوی اندودنتیک شناخته شده است. این باکتری به دلیل مقاومت بالا در برابر محلول‌های ضدعفونی‌کننده و بسیاری از انتی‌بیوتیک‌ها، نقش مهمی در عدم موفقیت تداوی ریشه دارد (١١).

برای تداوی عفونت‌های کانال دندانی، ترکیبی از روش‌های مختلف به‌کار گرفته می‌شود که شامل شستشوی کانال، ضدعفونی، پر کردن و در برخی موارد مداخلات جراحی یا مصرف انتی‌بیوتیک‌ها می‌شود. تداوی ریشه (Root Canal Therapy) به‌عنوان یک روش اصلی شامل سه مرحله اساسی است. ابتدا با استفاده از ابزارهای مکانیکی و محلول‌های شستشو مانند هایپوکلریت سدیم (NaOCl)، بقایای انساج عفونی و میکروب‌ها از داخل کانال حذف می‌شوند. سپس در مرحله ضدعفونی، مواد بیواکتیو مانند کلسیم هایدروکساید برای کاهش بار میکروبی و ایجاد محیطی قلیایی که رشد باکتری‌ها را مهار کند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نهایت، پر کردن کانال با موادی مانند گوتاپرکا و سیلرهای بیواکتیو انجام می‌شود تا از نفوذ مجدد میکروب‌ها به داخل کانال جلوگیری شود (١٢).

در مواردی که عفونت گسترش‌یافته و تداوی‌های معمول مؤثر نباشند و تجویز انتی‌بیوتیک ممکن است ضرورت یابد. در شرایط حاد، مانند آبسه‌های وسیع، دواهای مانند آموکسی‌سیلین یا مترونیدازول برای کنترل عفونت سیستمیک تجویز می‌شوند. با این حال، تجویز بی‌رویه انتی‌بیوتیک‌ها به دلیل افزایش مقاومت میکروبی، باید با احتیاط صورت گیرد (١٢). در شرایطی که عفونت به‌صورت پایدار باقی بماند یا تداوی ریشه نتوانند عفونت را به‌طور کامل از بین ببرند، ممکن است جراحی اپیکواکتومی (Apicoectomy) انجام شود. این روش شامل برداشتن نوک ریشه و تخلیه انساج عفونی اطراف آن است و معمولا در مواردی به‌کار می‌رود که عفونت در انتهای ریشه باقی مانده و باعث بروز التهاب مداوم شده باشد (١٢).

چالش اصلی در تداوی عفونت‌های کانال ریشه، مقاومت برخی از باکتری‌ها و قارچ‌ها نسبت به تداوی‌های ضدعفونی‌کننده است. در میان این عوامل، Enterococcus faecalis و Candida albicans به‌دلیل توانایی زنده ماندن در شرایط نامطلوب، تشکیل بیوفیلم‌های مقاوم و تحمل بالا در برابر مواد ضدعفونی‌کننده، از مهم‌ترین عوامل شکست تداوی اندودنتیک محسوب می‌شوند (١٣).

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

شستشوی کانال یا اریگیشن یکی از مراحل حیاتی در درمان اندودنتیک محسوب می‌شود که با هدف حذف باکتری‌ها، دبری‌های آلی و لایه اسمیر انجام می‌گردد (١٤). با این حال، برخی از میکروارگانیزم‌ها به‌دلیل توانایی نفوذ به توبول‌های عاجی، تشکیل بیوفیلم‌های مقاوم، و تطبیق‌پذیری با شرایط محیطی نامطلوب، حتی پس از شستشو نیز زنده باقی می‌مانند. این مسئله باعث می‌شود که برخی از روش‌های تداوی متداول کارایی کافی نداشته باشند و نیاز به استفاده از محلول‌های شستشوی پیشرفته‌تر و مواد بیواکتیو بیشتر احساس شود (١٤،١٥). به‌طور کلی، موفقیت در تداوی عفونت‌های کانال دندانی مستلزم استفاده از روش‌های ضدعفونی مؤثر، کنترل بیوفیلم‌های مقاوم و انتخاب تکنیک‌های تداوی مناسب است. ترکیب روش‌های تداوی مکانیکی، ضدعفونی کیمیاوی، استفاده از مواد پرکننده مناسب و در موارد خاص، جراحی اپیکواکتومی می‌تواند به بهبود موفقیت تداوی اندودنتیک و کاهش احتمال عود مجدد عفونت کمک کند.

بیوفیلم‌های باکتریایی از جمله چالش‌های اساسی در تداوی عفونت‌های کانال ریشه محسوب می‌شوند، زیرا به‌عنوان یک سد فیزیکی، مانع نفوذ کامل مواد ضدعفونی‌کننده به عمق ساختار دندانی می‌شوند. برخی از مواد رایج مانند سدیم هایپوکلریت و کلرهگزیدین، علی‌رغم اثرات ضدمیکروبی قوی، توانایی حذف کامل این میکروارگانیزم‌های مقاوم را ندارند (١٦،١٧). در سال‌های اخیر، تحقیقات گسترده‌ای برای ارتقای کارایی مواد و تکنیک‌های ضدعفونی انجام شده است. روش‌های مدرن مانند اریگیشن اولتراسونیک و استفاده از لیزر، همراه با مواد نوآورانه‌ای نظیر بیوسرامیک‌ها و محلول‌های گیاهی، توانسته‌اند اثربخشی بیشتری در مقابله با باکتری‌های مقاوم نشان دهند (١٨). شناخت ویژگی‌های این باکتری‌ها و محدودیت‌های روش‌های موجود، نقش مهمی در بهبود تداوی اندودنتیک ایفا می‌کند. مطالعات متعددی اهمیت اریگیشن در کنترل عفونت‌های کانال ریشه را نشان داده‌اند و بر نقش عوامل مختلفی مانند نوع ماده اریگانت، تکنیک‌های شستشو و چالش‌های مربوط به حذف کامل میکروارگانیزم‌ها تأکید دارند (١٩، ٢٠، ٢١). روش‌های نوین مانند لیزر Nd:YAG و اولتراسونیک غیرفعال نیز به‌طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. لیزر Nd:YAG قابلیت نفوذ به عمق دنتین را داشته و قادر است باکتری‌های مقاوم را از بین ببرد. تحقیقات Huang و همکاران نشان داده است که این روش به میزان قابل توجهی بار میکروبی را کاهش می‌دهد (٢٢، ٢٣). عفونت‌های پایدار کانال ریشه معمولا ناشی از تجمع بیوفیلم‌های مقاوم در عمق سیستم کانال بوده و تداوی آن‌ها مستلزم استفاده از استراتژی‌های دقیق‌تر است (٢٤).

از میان مواد ضدعفونی‌کننده، سدیم هایپوکلریت به عنوان یکی از مؤثرترین اریگانت‌ها شناخته شده است. این ماده توانایی حل کردن انساج نکروتیک و از بین بردن طیف گسترده‌ای از میکروارگانیزم‌ها را

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

دارد (۲۵). با این حال، اثرات جانبی آن مانند تضعیف دنتین و سمیت حجروی، محققان را به بررسی جایگزین‌های ایمن‌تر سوق داده است (۲۶،۲۷). کلرهگزیدین نیز به دلیل خواص قوی ضدباکتریایی، به‌ویژه علیه باکتری‌های گرم مثبت، به‌عنوان جایگزین NaOClمطرح شده است، اما عدم توانایی در حل کردن انساج یکی از محدودیت‌های اصلی آن محسوب می‌شود (۲۸،۲۹).

EDTA نیز به عنوان یک ماده کمکی، برای حذف لایه اسمیر و افزایش نفوذپذیری دنتین استفاده می‌شود. حذف لایه اسمیر تأثیر بسزایی در بهبود عملکرد مواد ضدعفونی‌کننده دارد، اما مصرف بیش از حد آن می‌تواند موجب تضعیف ساختار دنتین شود. مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب EDTA با سدیم هایپوکلریت یا کلرهگزیدین، یک اثر هم‌افزایی (سینرجیک) ایجاد کرده و توانایی بیشتری در حذف بیوفیلم‌های پیچیده کانال ریشه دارد (۳۰). از سوی دیگر، اولتراسونیک غیرفعال با افزایش حرکت مایعات و بهبود تماس اریگانت با دیواره‌های کانال، موجب افزایش کارایی ضدعفونی می‌شود. ترکیب این روش با استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده مختلف، راهکارهای نوینی برای بهینه‌سازی تداوی اندودنتیک ارائه داده است (۳۱).

نتیجه‌گیری

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که هیچ ماده یا روشی به تنهایی نمی‌تواند تمامی نیازهای تداوی اندودنتیک را برآورده کند. به عنوان مثال، ترکیب سدیم هایپوکلریت و EDTA به طور موثری لایه اسمیر و باکتری‌های عمقی را حذف می‌کند، اما ممکن است به ساختار دنتین آسیب برساند. از سوی دیگر، استفاده از کلرهگزیدین و مواد طبیعی ممکن است سمیت کمتری داشته باشد، اما اثربخشی کلی آن‌ها در برابر بیوفیلم‌های پیچیده هنوز به بررسی بیشتری نیاز دارد. پیشرفت‌های تصویربرداری مانند CBCT نیز در بهبود دقت تشخیص و برنامه‌ریزی تداوی مؤثر بوده‌اند. این فناوری مخصصین اجازه می‌دهد تا پیچیدگی‌های کانال ریشه و مشکلات احتمالی مانند ترک‌ها یا کانال‌های اضافی را بهتر شناسایی کنند. این درک بهتر از ساختار کانال، به انتخاب بهتر اریگانت‌ها و تکنیک‌های تداوی کمک می‌کند. در مجموع، ترکیب مواد کیمیاوی، تکنیک‌های پیشرفته مانند لیزر و اولتراسونیک، و استفاده از مواد بیوسرامیکی و طبیعی، رویکرد جامعی برای مقابله با چالش‌های تداوی کانال ریشه ارائه می‌دهد. تحقیقات آینده باید بر روی بهینه‌سازی این ترکیبات و ارزیابی طولانی‌مدت اثربخشی و ایمنی آن‌ها تمرکز کند.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

منابع

1. Siqueira JF. Microbiology of endodontic infections. Endodontic Topics. 2005;10(1):3-30.
2. Haapasalo M, Orstavik D. Disinfection by endodontic irrigants. Endodontics: Principles and Practice. London: Elsevier; 1987.
3. Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. Int Endod J. 2006;39(4):249-81.
4. Bystrom A, Claeson R, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and the influence of the irrigation technique. Int Endod J. 1985;18(4):335-40.
5. Haapasalo M, et al. The effectiveness of sodium hypochlorite in disinfecting root canals. Int Endod J. 2000;33(3):248-54.
6. Kahn FH, et al. Chlorhexidine in endodontics: A review. Aust Endod J. 2007;33(1):34-40.
7. Zehnder M. Root canal irrigants. Endodontic Topics. 2006;13(1):30-43.
8. Sharma S, et al. Efficacy of passive ultrasonic irrigation in endodontics: A comprehensive review. Int Endod J. 2022;55(5):451-63.
9. Pimenta MF, et al. Use of laser in endodontics: A review. J Clin Laser Med Surg. 2010;28(5):263-70.
10. Bansal R, et al. Effectiveness of herbal irrigants in the management of root canal infection: A review. J Pharm Bioallied Sci. 2019;11(1):1-5.
11. Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2009). "Diversity of Endodontic Microbiota Revisited." Journal of Dental Research, 88(11), 969-981.
12. Segura-Egea, J. J., et al. (2017). "Antibiotics in Endodontics: A Review." International Endodontic Journal, 50(12), 1169-1184.
13. Schaefer, E., & Walther, W. (2013). "Irrigation of the Root Canal." Clinical Oral Investigations.
14. Love, R. M. (2001). "Enterococcus faecalis–a mechanism for its role in endodontic failure." International Endodontic Journal.
15. Zehnder, M. (2006). "Root Canal Irrigants." Endodontic Topics.
16. Chávez de Paz, L. E. (2007). "The ability of Enterococcus faecalis to survive starvation and disinfection." Journal of Endodontics.
17. Stuart, C. H., et al. (2006). "The role of Enterococcus faecalis in endodontic failure." Journal of Endodontics.
18. Haapasalo, M., et al. (2010). "Irrigation in endodontics." Dental Clinics of North America.
19. Rossi-Fedele, G., et al. (2011). "Antimicrobial effectiveness of root canal medicaments." Journal of Endodontics.
20. Prati, C., et al. (2016). "Modern techniques in endodontics." British Dental Journal.
21. Gambarini, G., & Gualtieri, M. (2005). "The use of rotary instruments in endodontics". Endodontic Topics, 12(1), 1-10.
22. Huang, Y., Jiang, L., & Zhong, J. (2009). "The efficacy of Nd:YAG laser on decontamination of root canal". Laser Therapy, 18(4), 215-220.
23. Nair, P. N. R. (2006). "On the causes of persistent apical periodontitis: a review". International Endodontic Journal, 39(4), 249-281.
24. Siqueira, J. F. (2005). "Microbiology of endodontic infections". Endodontic Topics, 10(1), 3-30.
25. Haapasalo, M., et al. (2000). "The Effectiveness of Sodium Hypochlorite in Disinfecting Root Canals." International Endodontic Journal, 33(3), 248-254.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]

26. Klein, M. I., et al. (2021). "Effectiveness of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Biofilm Removal: A Systematic Review." Journal of Endodontics, 47(3), 345-353.
27. Zehnder, M. (2006). "Root Canal Irrigants." Endodontic Topics, 13(1), 30-43.
28. Kahn, F. H., et al. (2007). "Chlorhexidine in Endodontics: A Review." Australian Endodontal Journal, 33(1), 34-40.
29. Giuliani, V., et al. (2010). "Chemical and biological properties of irrigants on the root canal system: A review." International Journal of Dental Hygiene, 8(3), 133-139.
30. Pérez-Heredia, M., et al. (2019). "The effect of EDTA on dentin permeability and the smear layer: A critical review." Journal of Endodontics, 45(1), 7-15.
31. Sharma, S., et al. (2022). "Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation in Endodontics: A Comprehensive Review." International Endodontic Journal, 55(5), 451-463.

[Downloaded from kjms.knu.edu.af on 2025-08-03]

[DOI: 10.62134/kjms091812]