

# Качество удаления смазанного слоя в корневом канале в исследованиях *in vitro* (обзор литературы)

А.В. Крючкова<sup>1</sup>, С.Н. Разумова<sup>1</sup>, А.С. Браго<sup>1</sup>, Хайдар Баракат<sup>1</sup>, М.А. Овчинников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

<sup>2</sup> ООО «Зубной Доктор», Коломна, Россия

## РЕЗЮМЕ

**Введение.** Лечение хронического апикального периодонтита остается актуальной проблемой стоматологии. Ключевым этапом эндодонтического лечения является удаление смазанного слоя (СС), образующегося при механической обработке корневых каналов и препятствующего полноценной дезинфекции. Традиционные хелатирующие агенты, такие как ЭДТА, имеют ограниченную эффективность в апикальной трети и могут повреждать дентин. Перспективной альтернативой считается этидроновая кислота (HEBP), позволяющая проводить непрерывную хелатацию одновременно с антисептической обработкой. **Цель.** Оценить эффективность удаления смазанного слоя в корневом канале при использовании различных хелатирующих агентов по данным исследований *in vitro*. **Материалы и методы.** Проведен обзор литературы по базам данных Scopus, PubMed, Web of Science, eLIBRARY.RU, Google за 2015–2025 гг. по ключевым словам: HEBP, ЭДТА, этидронат, смазанный слой, исследование *in vitro*. Из 1218 найденных публикаций после исключения дубликатов, обзоров, клинических случаев и работ с неоднородной активацией ирригантов для анализа отобрано 23 полнотекстовые статьи. **Результаты.** ЭДТА эффективна в корональной и средней трети, но хуже удаляет СС в апикальной части. Активация (ультразвук, звук) повышает ее эффективность, однако сохраняется риск снижения прочности дентина. HEBP, особенно в комбинации с гипохлоритом натрия, обеспечивает стабильное удаление СС на всем протяжении канала, включая апикальную треть, и профилаксирует накопление дебриса. При этом растворы HEBP менее эффективно растворяют пульпу по сравнению с чистым гипохлоритом. **Выводы.** HEBP в протоколе непрерывного хелатирования имеет преимущества перед ЭДТА по равномерности очистки и безопасности дентина, однако требует учета влияния на способность гипохлорита натрия растворять органические ткани.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** хронический апикальный периодонтит, корневой канал, смазанный слой, ирригация, этидронат.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## The quality of smear layer removal in the root canal in *in vitro* studies (literature review)

A.V. Kryuchkova<sup>1</sup>, S.N. Razumova<sup>1</sup>, A.S. Brago<sup>1</sup>, H. Barakat<sup>1</sup>, M.A. Ovchinnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba, Moscow, Russia

<sup>2</sup> LLC «Zubnoy Doktor», Kolomna, Russia

## SUMMARY

**Introduction.** The treatment of chronic apical periodontitis remains a relevant issue in dentistry. A key stage of endodontic treatment is the removal of the smear layer (SL), which forms during mechanical root canal instrumentation and prevents adequate disinfection. Traditional chelating agents, such as EDTA, have limited effectiveness in the apical third and may damage dentin. Etidronic acid (HEBP) is considered a promising alternative, as it allows continuous chelation simultaneously with antiseptic irrigation. **Aim.** To evaluate the effectiveness of smear layer removal in the root canal using various chelating agents according to *in vitro* studies. **Materials and methods.** A literature review was conducted in the Scopus, PubMed, Web of Science, eLIBRARY.RU, and Google databases for the period 2015–2025 using the following keywords: HEBP, EDTA, etidronate, smear layer, *in vitro* study. Out of 1,218 identified publications, after excluding duplicates, reviews, clinical cases, and studies with non uniform irrigant activation, 23 full text articles were selected for analysis. **Results.** EDTA is effective in the coronal and middle thirds but removes the smear layer less effectively in the apical part. Activation (ultrasonic, sonic) improves its performance; however, the risk of reduced dentin strength remains. HEBP, especially in combination with sodium hypochlorite, provides stable smear layer removal throughout the entire canal, including the apical third, and prevents debris accumulation. At the same time, HEBP solutions are less effective in dissolving pulp compared to pure hypochlorite. **Conclusions.** HEBP in a continuous chelation protocol has advantages over EDTA in terms of cleaning uniformity and dentin safety, but it requires consideration of its impact on the organic tissue dissolution ability of sodium hypochlorite.

**KEYWORDS:** chronic apical periodontitis, root canal, smear layer, irrigation, etidronate.

**CONFLICT OF INTEREST.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

### Список сокращений:

МО – микроорганизмы  
 СС – смазанный слой  
 ГХ – гипохлорит натрия  
 ЭДТА – этилендиаминтетрауксусный ацетат  
 HEBP – Hydroxyethylidene bisphosphonate

### List of Abbreviations:

MO – microorganisms  
 SL – smear layer  
 SH – sodium hypochlorite  
 EDTA – ethylenediaminetetraacetic acid  
 HEBP – hydroxyethylidene bisphosphonate

## Введение

Лечение апикального периодонтита является актуальной темой в стоматологии. Это связано с его широким распространением среди пациентов с осложнениями кариеса – до 38% случаев [1]. Само заболевание является воспалительно-деструктивным и развивается за счет обсеменения системы корневых каналов микроорганизмами (МО) [2]. Воспалительные процессы в периодонтальной связке снижают качество жизни пациентов, приводят к потере зубов и имеют общесоматические осложнения [3, 4]. Именно поэтому методы лечения апикального периодонтита широко изучаются в стоматологическом сообществе [5].

Лечение хронического апикального периодонтита делится на терапевтическое и хирургическое. Хирургическое лечение заключается либо в полном удалении зуба, для устранения очага инфекции, либо в зубосохраняющих манипуляциях, таких как резекция корня, ампутация корня или гемисекция [6]. Терапевтический подход заключается во внутриканальном снижении количества МО ниже порогового уровня, что приводит к купированию воспалительного процесса в периодонте [7].

В современной эндодонтии успех лечения зависит от комбинации механической обработки и ирригации. Механическая обработка корневых каналов проводится специальными эндодонтическими инструментами, которые придают корневному каналу форму конуса и обеспечивают адекватные условия для ирригации [8]. В процессе работы эндодонтического инструментария образуется дебрис, который формирует трехмерный смазанный слой, который препятствует контакту антисептиков со стенкой корневого канала [9].

Ирригация в эндодонтии в первую очередь используется для снижения количества МО. Для этого применяются растворы хлоргексидина 0,05–2%, гипохлорита натрия 0,5–6%, перекиси водорода 3% [10]. Однако наличие смазанного слоя препятствует адекватному удалению МО в перешейках и дентинных трубочках. И так как классические антисептики не растворяют неорганические компоненты смазанного слоя, для удаления дебриса применяют хелатирующие растворы. Наиболее часто применяются растворы имеющие свойства кислот – ЭДТА 17–20%, лимонная кислота, надуксусная кислота в последовательной ирригации с антисептиками [11, 12, 13]. Минусом такого типа ирригации является наличие химической реакции между антисептиками и хелаторами, а также из-за кратковременного контакта хелатора с корневым каналом снижается эффективность удаления смазанного слоя в апикальной трети канала [14, 15]. Для решения этих проблем предложен способ с применением соли этидроновой кислоты (НЕВР). НЕВР имеет свойства кислот и высокое сродство с кальцием, но при этом не снижает рН гипохлорита натрия, что позволяет одновременно

проводить антисептическую обработку корневого канала и препятствовать накоплению смазанного слоя при инструментации [16].

## Цель исследования

Провести анализ публикаций для оценки эффективности удаления смазанного слоя в корневом канале при использовании различных хелатирующих агентов *in vitro*.

## Материалы и методы

Поиск публикаций осуществлялся в базах данных Scopus, PubMed, Web of Science, eLIBRARY.RU, Google за период 2015–2025 гг. по следующим ключевым словам: НЕВР, ЭДТА, этидронат, смазанный слой, исследование *in vitro*.

## Результаты

По результатам поиска с указанием ключевых слов было найдено 1218 статей. Из списка публикаций были исключены дубликаты статей, обзоры литературы, статьи без конечных данных, клинические случаи, исследования удаления временных вложений из корневых каналов ирригантами. Также отдельное внимание уделялось активации растворов в исследовании. Так как существует доказательная база эффективности активации растворов (пассивная ультразвуковая, звуковая, лазерная или механическая), публикации с упоминанием активации не исключались, если метод активации был одинаковым для всех групп сравнения. Этот подход позволяет оценить эффективность предложенных ирригантов в рамках современных протоколов. Статьи, подходящие критериям включения, в количестве 23 были отправлены на полнотекстовое изучение двум рецензентам, далее систематически обработаны.

В обзор было включено 12 публикаций с оценкой эффективности ЭДТА и 11 публикаций с результатами исследований НЕВР. В 4 публикациях результаты указывают на меньшую эффективность ЭДТА в апикальной трети корневого канала [19, 35, 36, 37]. Эффективность удаления смазанного слоя по глубине корневого канала оценивалась в 3 статьях [23, 24, 29]. Активация звуком и ультразвуком улучшает качество удаления смазанного слоя при использовании обоих ирригантов, это указывалось в 5 статьях [28, 34, 38, 39, 40]. Взаимодействие хелаторов с гипохлоритом оценивалось в 4 статьях [20, 22, 24, 30]. Влияние температуры на эффективной хелатирования описано в 2 публикациях [31, 32]. Безопасность растворов описана в 4 публикациях [25, 27, 29, 33]. 2 статьи указывают на общую эффективность ЭДТА как хелатора [17, 18].

Результаты публикаций по эффективности ЭДТА по сравнению с другими хелаторами представлены в таблице 1.

Таблица 1  
Публикации, исследовавшие эффективность ЭДТА 17%

Авторы	Данные статьи	Замечания рецензента
Mukherjee M. et al. 2023 г.	Efficacy of Smear Layer Removal of Human Teeth Root Canals Using Herbal and Chemical Irrigants: An In Vitro Study Эффективность удаления смазанного слоя из корневых каналов зубов человека с использованием растительных и химических ирригантов: исследование <i>in vitro</i> <b>Вывод:</b> наибольшая эффективность удаления смазанного слоя наблюдалась при использовании 17% ЭДТА, при этом препарат Triphala (смесь плодов <i>Emblica officinalis</i> , <i>Terminalia chebula</i> и <i>Terminalia bellirica</i> , активные компоненты – полифенолы, галловая и эллаговая кислоты) показал статистически значимо лучшие результаты по сравнению с дистиллированной водой	Недостаток методологии исследования - отсутствие группы ЭДТА
Ballal N. et al. 2016 г.	Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine Оценка удаления смазанного слоя и эффекта декальцинации дентина корневого канала при использовании QMix, малеиновой кислоты и ЭДТА <b>Вывод:</b> 7% малеиновая кислота продемонстрировала наилучшую способность к удалению смазанного слоя, особенно в апикальной трети, по сравнению с QMix (ЭДТА, хлоргексидин, ПАВ) и 17% ЭДТА, при этом QMix вызывал наибольшее снижение уровня кальция, а малеиновая кислота и QMix – фосфора в дентине корневого канала	Расширение спектра средств для удаления смазанного слоя за счет QMix
Kucuk M. et al. 2021 г.	Efficacy of preheated chelating agents on calcium ion removal from instrumented root canals. Эффективность предварительно нагретых хелатирующих агентов в удалении ионов кальция из инструментированных корневых каналов. <b>Вывод:</b> нагревание хелатирующих агентов (ЭДТА, лимонной кислоты и QMix) до 37 °С не приводит к значимому повышению их способности удалять ионы кальция из корневых каналов, при этом QMix продемонстрировал наибольшую эффективность среди исследуемых растворов независимо от температуры	Методология эксперимента не продумана: нагрев до 37 °С это до температуры тела – в маленьком объеме и порция 20 °С ирриганта согреется до 37 °С. Поэтому вывод правильный – эффективность не зависит от температуры, а зависит от состава. Подтверждение эффективности QMix (ЭДТА, хлоргексидин, ПАВ).
Kaushal R. et al. 2020 г.	A comparative evaluation of smear layer removal by using ethylenediamine tetraacetic acid, citric acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study Сравнительная оценка удаления смазанного слоя при использовании этилендиаминтетрауксусной кислоты, лимонной кислоты и малеиновой кислоты в качестве ирригантов для корневых каналов: исследование <i>in vitro</i> с помощью сканирующей электронной микроскопии <b>Вывод:</b> в пределах ограничений данного исследования все три тестируемых ирриганта (17% ЭДТА, 10% лимонная кислота и 7% малеиновая кислота) эффективно удаляли смазанный слой во всех отделах корневого канала, однако в апикальной трети наилучшие результаты показала 7% малеиновая кислота	Описано преимущество 7% малеиновой кислоты в апикальной части канала, требующий детального изучения
Nanda Z. et al. 2023 г.	Efficacy of Different Root Canal Irrigating Solutions in Removing Smear Layer: A Scanning Electron Microscopic Study Эффективность различных растворов для ирригации корневых каналов в удалении смазанного слоя: исследование с помощью сканирующей электронной микроскопии <b>Вывод:</b> начальная ирригация 3% гипохлоритом натрия с последующей финальной ирригацией MTAD (доксидиклин, лимонная кислота, Tween 80(детертент)) в течение одной минуты продемонстрировала наибольшую эффективность удаления смазанного слоя, особенно в апикальной трети корневого канала, превосходя по этому показателю комбинацию гипохлорита с 17% ЭДТА	Преимущество MTAD (доксидиклин, лимонная кислота, Tween 80 (детертент), содержащего лимонную кислоту в апикальной части
Arun D. et al. 2022 г.	Effect of 5% Carbohydrate Derived-Fulvic Acid on Smear Layer Removal and Root Dentin Microhardness – An In Vitro study Влияние 5% фульвоновой кислоты, полученной из углеводов, на удаление смазанного слоя и микротвердость корневого дентина – исследование <i>in vitro</i> <b>Вывод:</b> 5% фульвоновая кислота, полученная из углеводов, может рассматриваться как перспективный финальный ирригант для удаления смазанного слоя, поскольку она превосходит 17% ЭДТА по эффективности в апикальной трети и вызывает меньшее снижение микротвердости корневого дентина	Описан новый ирригант – 5% фульвоновая кислота, эффективный в апикальной части

Данные, представленные в таблице 1 подтверждают эффективность ЭДТА в корневом канале для удаления смазанного слоя и хорошо изученные недостатки – отсутствие эффективности в апексе, возможность повреждения дентина. Сравнение ЭДТА с новыми растительными хелаторами правильный с точки зрения методологии ход. Вопрос эффективности растительных хелаторов для уда-

ления смазанного слоя требует дальнейшего изучения. Ошибки в методологии экспериментальных исследований некоторых авторов не позволяют сделать верных обобщающих выводов и требуют стандартизации методологии.

Публикации, в которых оценивали влияние активации ЭДТА в корневом канале на эффективность хелатирования, представлены в таблице 2.

Таблица 2  
Влияние активации на ЭДТА 17%

Авторы	Данные статьи	Замечания
Veeraiyan M. et al. 2023 г.	Evaluation of Smear Layer Removal and Micro Hardness Alteration of Radicular Dentin after Using Various Chelating Agents – An Atomic Force Microscopic Study Оценка удаления смазанного слоя и изменения микротвердости корневого дентина при использовании различных хелатирующих агентов – исследование с помощью атомно-силовой микроскопии <b>Вывод:</b> все хелатирующие агенты активировали пассивной ультразвуковой активацией и по результатам сделали вывод, что они эффективно удаляли смазанный слой в корональной и средней трети корневого канала, однако ни один из них не обеспечил полного удаления в апикальной трети, при этом 0,2% хитозан продемонстрировал сопоставимую с ЭДТА очищающую способность при меньшем изменении микротвердости дентина, что позволяет рассматривать его как перспективную альтернативу для финальной ирригации	Микротвердость дентина – один из критериев выбора ирригантов. Данные по микротвердости при применении хитозана и ЭДТА помогают выбрать ирригант для клинического применения
Deari S. et al. 2021 г.	Dentine decalcification and smear layer removal by different ethylenediaminetetraacetic acid and 1-hydroxyethane-1,1-diphosphonic acid species Декальцинация дентина и удаление смазанного слоя различными формами этилендиаминтетрауксусной кислоты и 1-гидроксиэтан-1,1-дифосфоновой кислоты <b>Вывод:</b> при проведении исследования растворы распределялись по корневому каналу с помощью орбитального шейкера, по результатам растворы ЭДТА растворяли больше кальция из дентина и эффективнее открывали дентинные каналы по сравнению с растворами HEDP (этидроната), причем обе кислоты в форме динатриевых солей проявляли более высокую декальцинирующую активность, чем в форме тетранатриевых солей	Исследование актуально и нацелено на сравнение нового ирриганта на основе разных солей этидроната с ЭДТА
El-Banna et al. 2023 г.	Flexural strength and microhardness of human radicular dentin sticks after conditioning with different endodontic chelating agents Прочность на изгиб и микротвердость образцов корневого дентина человека после обработки различными эндодонтическими хелатирующими агентами <b>Вывод:</b> ирриганты активировались ультразвуком, фитиновая кислота (2,5%) и этидроновая кислота (18%) не оказывают негативного влияния на микротвердость и прочность на изгиб корневого дентина, в отличие от 17% ЭДТА, которая вызывает значительное снижение этих механических свойств	Микротвердость дентина – один из критериев выбора ирригантов. Превосходство фитиновой кислоты логично в плане минимального влияния на микротвердость, но качество удаления смазанного слоя под вопросом
Chodankar et al. 2023 г.	Assessment of smear layer removing efficacy of different irrigation activation devices in mandibular premolar teeth using a scanning electron microscope: An in vitro comparative study Оценка эффективности удаления смазанного слоя различными устройствами для активации ирригации в премолярах нижней челюсти с помощью сканирующего электронного микроскопа: сравнительное исследование <i>in vitro</i> <b>Вывод:</b> пассивная ультразвуковая ирригация продемонстрировала наилучшую эффективность удаления смазанного слоя во всех отделах корневого канала по сравнению с EndoActivator и Tornado Disinfection Kit, которые показали сходные результаты в корональной и средней трети, но уступали в апикальной	Пассивная ультразвуковая ирригация повышает эффективность хелатирующих растворов на всем протяжении канала, но не обеспечивает очистку апикальной трети
Wigler R. et al. 2024 г.	Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Comparative Study of Ultrasonic and Sonic Irrigant Activation Techniques Удаление детрита и смазанного слоя в искривленных корневых каналах: сравнительное исследование ультразвуковых и звуковых методов активации ирригантов <b>Вывод:</b> звуковая активация системой Eddy значительно улучшает удаление дентритного детрита в апикальной трети искривленных корневых каналов по сравнению с обычной шприцевой ирригацией, однако ни один из методов активации не показал преимуществ в удалении смазанного слоя	Авторы исследовали звуковую и ультразвуковую активацию и не нашли преимуществ между ними, отметили явное преимущество системы Eddy по очистке апекса по сравнению с водой
Alakshar A. et al. 2020 г.	Debris and Smear Layer Removal from Oval Root Canals Comparing XP-Endo Finisher, EndoActivator, and Manual Irrigation: A SEM Evaluation Удаление детрита и смазанного слоя из овальных корневых каналов при использовании XP-Endo Finisher, EndoActivator и мануальной ирригации: оценка с помощью СЭМ <b>Вывод:</b> комбинация XP-Endo Finisher с EndoActivator продемонстрировала наилучшие результаты по удалению детрита и смазанного слоя во всех отделах овальных корневых каналов по сравнению с разделным применением этих устройств и мануальной ирригацией, при этом наиболее выраженные различия наблюдались в средней и апикальной трети	Авторами актуализировано удаление смазанного слоя с использованием новых инструментов

Добавление активации к хелаторам на основе ЭДТА показывает их эффективность при овальной форме канала, и во всех изученных частях канала. Однако, некоторые авторы говорят об ухудшении эффекта в апикальной части

канала. В данной тематике публикаций нет стандартизованной методологии проведения эксперимента.

Статьи с результатами эффективности НЕВР представлены в таблице 3.

Таблица 3  
Публикации, исследовавшие эффективность НЕВР

Авторы	Данные статьи	Замечания
Ulusoy Ö. et al. 2020 г.	Nanohardness reduction and root dentine erosion after final irrigation with ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acids Снижение нанотвердости и эрозия корневого дентина после финальной ирригации этилендиаминтетрауксусной, этидроновой и надуксусной кислотам <b>Вывод:</b> этидроновая кислота (9%), как отдельно, так и в комбинации с гипохлоритом натрия, вызывает наибольшее снижение нанотвердости корневого дентина и выраженную эрозию перитубулярного и интратубулярного дентина по сравнению с ЭДТА и надуксусной кислотой	Исследование подтверждает высокую эффективность этидроновой кислоты (9%), и снижение нанотвердости дентина и образование эрозий
Kamil A. et al. 2025 г.	Effectiveness of Continuous and Sequential Chelation and Different Agitation Techniques on Smear Layer Removal and Microhardness of Root Canal Dentin (An In Vitro Study) Эффективность непрерывной и последовательной хелации и различных методов активации на удаление смазанного слоя и микротвердость дентина корневого канала (исследование <i>in vitro</i> ) <b>Вывод:</b> непрерывная хелация с использованием раствора гипохлорита натрия с этидроновой кислотой обеспечивает удаление смазанного слоя, сопоставимое с последовательной хелацией ЭДТА, но при этом оказывает менее повреждающее действие на микротвердость дентина корневого канала	Показана эффективность 3% гипохлорита натрия с 9% этидроновой кислотой в апексе, но наблюдалось меньшее повреждающее действие на дентин по сравнению с ЭДТА. Противоречит выводу Ulusoy Ö. et al. 2020 г.
Rath P. P. et al. 2020 г.	The effects of sequential and continuous chelation on dentin Эффекты последовательной и непрерывной хелации на дентин <b>Вывод:</b> непрерывная хелация (NaOCl/HEDP) приводит к образованию частично поврежденного, но сохраняющего минерализацию поверхностного слоя коллагена, тогда как последовательная хелация (NaOCl/ЭДТА) обнажает пучки коллагеновых волокон вследствие растворения гидроксипатита, что может иметь различные последствия для структурной целостности дентина и его взаимодействия с биоматериалами	Оригинальные выводы по гистологическому строению дентина после ирригации. Требуется дальнейшая разработка этого направления
Mankeliya S. et al. 2021 г.	Comparative Evaluation of Smear Layer Removal by Using Four Different Irrigation Solutions like Root Canal Irrigants: An In Vitro SEM Study Сравнительная оценка удаления смазанного слоя при использовании четырех различных ирригационных растворов в качестве ирригантов для корневых каналов: исследование <i>in vitro</i> с помощью СЭМ <b>Вывод:</b> среди исследованных ирригантов 7% малеиновая кислота показала наилучшую эффективность удаления смазанного слоя в апикальной трети корневого канала, превосходя 17% ЭДТА, 18% этидроновую кислоту и 10% лимонную кислоту	Противоречивые результаты по сравнению с другими исследователями, показаны преимущества малеиновой кислоты в апексе
Hegde . et al. 2023 г.	Effect of continuous soft chelating irrigation protocol on removal of smear layer. Влияние протокола непрерывной мягкой хелатации на удаление смазанного слоя <b>Вывод:</b> в данном исследовании оба протокола – как традиционный, так и непрерывной мягкой хелатации – показали сопоставимую эффективность в удалении смазанного слоя в корональной и средней трети корневого канала, однако в апикальной трети только протокол непрерывной хелатации с использованием Chlogoquick High (18% HEDP + 5,25% NaOCl) обеспечил достоверно лучшее удаление смазанного слоя	Преимущество этидроната натрия для удаления смазанного слоя в апексе
Tartari T. et al. 2021 г.	Effects of heat in the properties of NaOCl alone and mixed with etidronate and alkaline tetrasodium EDTA Влияние нагрева на свойства гипохлорита натрия отдельно и в смеси с этидронатом и щелочной тетранатриевой солью ЭДТА <b>Вывод:</b> нагрев (25 °C, 37 °C, 48 °C и 60 °C) гипохлорита натрия отдельно или в смеси с этидронатом улучшает его способность растворять органические ткани и удалять смазанный слой, однако при нагреве смеси с этидронатом требуется частая замена раствора для сохранения этих свойств, а смесь с тетранатриевой солью ЭДТА демонстрирует быстрое снижение концентрации активного хлора при нагреве	Методология не проработана: нагрев внутри канала ирриганта все равно будет приводить к его охлаждению до 37 °C

По данным представленным в Таблице 3 эффективность НЕВР (этидроновой кислоты) показана в работах при сравнении с ЭДТА. Однако, некоторые результаты основаны на спорной методологии исследований и требуют дальнейшего изучения.

Статьи с результатами эффективности НЕВР представлены в таб. 3. Исследования, изучавшие изменение активности хелатирования НЕВР при активации, представлены в таблице 4.

Таблица 4

## Влияние активации на эффективность НЕВР

Авторы	Данные статьи	Замечания
Morago A. et al. 2016 г.	Influence of Smear Layer on the Antimicrobial Activity of a Sodium Hypochlorite/ Etidronic Acid Irrigating Solution in Infected Dentin Влияние смазанного слоя на антимикробную активность ирригационного раствора гипохлорита натрия с этидроновой кислотой в инфицированном дентине <b>Вывод:</b> комбинация 2,5% гипохлорита натрия с 9% этидроновой кислотой сохраняет высокую антимикробную активность в инфицированном дентине независимо от наличия смазанного слоя, в отличие от чистого гипохлорита, эффективность которого значительно снижается при его присутствии	Высокая антимикробная активность 2,5% гипохлорита натрия с 9% этидроновой кислотой
Razumova S. et al. 2025 г.	Evaluation of the efficiency of smear layer removal during endodontic treatment using scanning electron microscopy: an <i>in vitro</i> study Оценка эффективности удаления смазанного слоя при эндодонтическом лечении с помощью сканирующей электронной микроскопии: исследование <i>in vitro</i> <b>Вывод:</b> протоколы ирригации с использованием 9% этидроната (как в водном растворе, так и в комбинации с гипохлоритом натрия) продемонстрировали в 4 раза более высокую эффективность удаления смазанного слоя, особенно в апикальной части корневого канала, по сравнению с традиционным протоколом на основе 17% ЭДТА	Эффективность 3% гипохлорита натрия с 9% этидроновой кислотой в апексе
Jaiswal S. et al. 2021 г.	Effect of intracanal and extracanal heating on pulp dissolution property of continuous chelation irrigant Влияние внутриканального и внеканального нагрева на способность ирриганта для непрерывной хелации растворять пульпу <b>Вывод:</b> хотя внутриканальный нагрев значимо улучшает способность раствора для непрерывной хелации (гипохлорит натрия с этидронатом) растворять пульпу по сравнению с внеканальным нагревом и отсутствием нагрева, даже нагретый раствор для непрерывной хелации уступает по эффективности растворения пульпы не нагретому 5% гипохлориту натрия	Методология не проработана: нагрев внутри канала ирриганта все равно будет приводить к его охлаждению до 37 °С
Kfir A. et al. 2024 г.	Cleanliness and erosion of root canal walls after irrigation with a new HEDP-based solution vs. traditional sodium hypochlorite followed by EDTA Чистота и эрозия стенок корневого канала после ирригации новым раствором на основе HEDP в сравнении с традиционным протоколом гипохлорит натрия с последующей ЭДТА <b>Вывод:</b> ирригационный раствор на основе HEDP (этидроновой кислоты) не показал значимых различий в чистоте стенок корневого канала и частоте эрозии дентина по сравнению с традиционным протоколом последовательного применения 3% гипохлорита натрия и 17% ЭДТА	Отсутствие различий между HEDP (этидроновой кислотой) и 17% ЭДТА в чистоте стенок и частоте эрозий. Нет данных по эффективности в апикальной зоне
Aoun C. et al. 2023 г.	Effect of Continuous Chelation Irrigation Using DualRinse HEDP+3% NaOCl with or without High-power Sonic Activation on Debris and Smear Layer Removal Влияние непрерывной хелационной ирригации с использованием DualRinse HEDP + 3% гипохлорита натрия с высокомошной звуковой активацией и без нее на удаление дентритного детрита и смазанного слоя <b>Вывод:</b> использование DualRinse HEDP с 3% гипохлоритом натрия улучшает удаление детрита на всех уровнях и смазанного слоя в апикальной трети корневого канала, причем добавление высокомошной звуковой активации дополнительно повышает эффективность обоих показателей.	Использование непрерывной хелации этидронатом эффективно во всех третях канала при активации

Этидроновая кислота в комбинации с гипохлоритом натрия демонстрирует высокую антимикробную активность, не зависящую от наличия смазанного слоя, и превосходит традиционный протокол с ЭДТА по эффективности удаления смазанного слоя в апикальной трети, однако уступает чистому гипохлориту натрия в способности растворения пульпы. При этом применение активации является важным фактором, повышающим эффективность протоколов с НЕВР.

### Обсуждения

Анализ литературы показал, что эффективность ЭДТА в качестве хелатирующего агента варьирует в зависимости от локализации воздействия в корневом канале, демонстрируя наибольшую активность в устьевой части и снижая ее по направлению к апексу [19, 35, 36, 37]. Установ-

лено, что повышение pH раствора ЭДТА негативно влияет на его хелатирующую способность [20]. При этом активация ирригационного раствора ЭДТА с помощью звуковых или ультразвуковых методик повышает его эффективность в отношении удаления смазанного слоя [28, 34, 38, 39]. Дополнительным фактором, улучшающим свойства ЭДТА как хелатора является повышение температуры раствора, что объясняется снижением поверхностного натяжения [32]. Кроме того, использование ЭДТА ассоциировано со снижением прочности дентина [27].

В отличие от ЭДТА, НЕВР проявляет хелатирующую эффективность на всем протяжении корневого канала [23, 29], не снижает эффективности гипохлорита как антисептика [22]. Ключевой особенностью НЕВР является способность осуществлять непрерывное хелатирование, что не только удаляет, но и профилактирует накопление сма-

занного слоя в процессе инструментальной обработки [24]. Активация в корневом канале раствора НЕВР также улучшает качество удаления смазанного слоя [40].

Большинство публикаций, найденных по упоминанию НЕВР, указывает на его безопасность для дентина при применении его как хелатирующего агента [33]. Также встречаются исследования, указывающие на явление частичной деградации коллагена при ирригации [25].

Добавление НЕВР к гипохлориту снижает его способность растворять как живую, так и некротизированную пульпу [30]. Однако, нагревание раствора и частая его замена позволяли эффективно растворять органический дебрис этой композицией, хотя это и уступало в эффективности 5% раствору гипохлорита [30,31]. Противоречивость выводов некоторых работ и отсутствие стандартизированной методологии затрудняют верную интерпретацию результатов.

## Выводы

Анализ литературы демонстрирует, что этидроновая кислота (НЕВР), используемая в протоколе непрерывного хелатирования, обладает рядом преимуществ перед традиционной ЭДТА, включая стабильную эффективность хелатации на всем протяжении корневого канала, профилактику образования смазанного слоя и более благоприятный профиль безопасности в отношении дентина и послеоперационных симптомов. Однако, ее применение требует учета ингибирующего влияния на растворяющую способность гипохлорита натрия. Необходимы дальнейшие исследования для изучения данного вопроса.

## Список литературы / References

1. Nocini R., Lippi G., Mattiuzzi C. Periodontal Disease: The Portrait of an Epidemic. *J. Public Health Emerg.* 2020;(4):10. <https://doi.org/10.21037/jphe.2020.03.01>.
2. Янушевич О.О. (ред.). *Терапевтическая стоматология: национальное руководство. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2024. – 1024 с. – ISBN 978-5-9704-8385-5.* Yanushevich O.O. (Ed.). *Theapeutic Dentistry: National Guideline. — 3rd ed., rev. and expanded. – Moscow: GEOTAR-Media, 2024. – 1024 p. – ISBN 978-5-9704-8385-5.*
3. Юсупов Ф.А., Юлдашев А.А., Юсупов А.Ф., Абдыкадыров М.Ш. Влияние микробиоты полости рта на прогноз и тяжесть инсульта. *Бюллетень науки и практики.* 2025;(1):00–00. Yusupov F.A., Yuldashev A.A., Yusupov A.F., Abdykadyrov M.Sh. The influence of oral microbiota on the prognosis and severity of stroke. *Bulletin of Science and Practice.* 2025;(1):124–145.
4. Апанасович М.В., Апанасович В.Г., Городецкая О.С., Соломевич А.С. Периодонтит и ревматоидный артрит: поиск взаимосвязи. *Современная стоматология.* 2018;(71):34–38. Aranasovich M.V., Aranasovich V.G., Gorodetskaya O.S., Solomevich A.S. Periodontitis and rheumatoid arthritis: searching for the relationship. *Modern Dentistry.* 2018;(71):34–38.
5. Блинова А. В., Румянцев В. А. Деструктивные поражения апикального периодонта: достижения фундаментальной и прикладной науки в современных подходах к решению проблемы. *Наука молодых (Eruditio Juvenium).* 2021;(3): 471–480. <https://doi.org/10.23888/HMJ202193471-480>. Blinova A. V., Romyantsev V. A. Destructive lesions of the apical periodontium: achievements of fundamental and applied science in modern approaches to solving the problem. *Science of the Young (Eruditio Juvenium).* 2021;(3): 471–480. <https://doi.org/10.23888/HMJ202193471-480>.
6. Куратов И.А., Нараева М.О., Корнеева М.В., Сурков М.А. Анализ причин неудач эндодонтического лечения и удаления зубов с диагнозом «хронический апикальный периодонтит». *Проблемы стоматологии.* 2019;(1):52–56. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2019-15-1-52-56>. Kuratov I.A., Nagaeva M.O., Korneeva M.V., Surkov M.A. Analysis of the causes of endodontic treatment failures and tooth extractions diagnosed with chronic apical periodontitis. *Problems of Dentistry.* 2019;(1):52–56. <https://doi.org/10.18481/2077-7566-2019-15-1-52-56>.
7. da Silva Magalhães K., Kuerten Gil A.C., Goulart T.S., Schuldt D.P.V., Coelho B.S., Figueiredo D.R., Garcia L.D.F.R., de Almeida J. Efficacy of disinfection procedures performed prior to regenerative endodontic therapy: An integrative review. *Australian Endodontic Journal.* 2023;(49):418–427. <https://doi.org/10.1111/aej.12670>.
8. Куратов И.А., Нараева М.О. Обзор средств и методов ирригации корневых каналов зубов в процессе эндодонтического лечения. *Медицинская наука и образование Урала.* 2014;15(80):142–145. EDN: TDXCJX. Kuratov I. A., Nagaeva M. O. Review of means and methods of root canal irrigation during endodontic treatment. *Medical Science and Education of the Urals.* 2014;15(80):142–145. EDN: TDXCJX.
9. Paqu e F., Laib A., Gautschi H., Zehnder M. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. *Journal of Endodontics.* 2009 (35):1044–1047. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.026>.
10. Tonini R., Salvadori M., Audino E., Sauro S., Garo M. L., Salgarello S. Irrigating Solutions and Activation Methods Used in Clinical Endodontics: A Systematic Review. *Frontiers in Oral Health.* 2022;(3):838043. <https://doi.org/10.3389/froh.2022.838043>.
11. Wilkoński W., Jamr oz-Wilkońska L., Zapotoczny S., Opiła J., Giardino L. Real-time co-site optical microscopy study on the morphological changes of the dentine's surface after citric acid and sodium hypochlorite: a single-tooth model. *BMC Oral Health.* 2021 (21):454. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01815-6>.
12. Keine K. C., Kuga M. C., Torrin F. B. C., Venção A. C., Duarte M. A. H., Ch avez-Andrade G. M., Faria G. Effect of peracetic acid used as single irrigant on the smear layer, adhesion, and penetrability of AH Plus. *Brazilian Oral Research.* 2019;(33):e057. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.voi33.0057>.
13. Murugesan K., Vishwanath S., Kadandale S., Thanikachalam Y., Parthasarathy R., Ilango S. Comparative Evaluation of Smear Layer Removal in Apical Third Using Four Different Irrigants With Ultrasonic Agitation: An In Vitro Scanning Electron Microscopy (SEM) Analysis. *Cureus.* 2022;(14):e23142. <https://doi.org/10.7759/cureus.23142>.
14. Biel P., Mohn D., Attin T., Zehnder M. Interactions between the Tetrasodium Salts of EDTA and 1-Hydroxyethane 1,1-Diphosphonic Acid with Sodium Hypochlorite Irrigants. *Journal of Endodontics.* 2017;(43):657–661. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.12.006>.
15. Разумова С.Н., Браго А.С., Баракат Х.Б., Козлова Ю.С., Величко Э.В., Васильев Ю. А. Микробиологическое протокол эффективности обработки корневого канала эрбиевым лазером. *Biomedical Photonics.* 2019;(8):11–16. <https://doi.org/10.24931/2413-9432-2019-8-4-11-16>. Razumova S. N., Brago A. S., Barakat H. B., Kozlova Yu. S., Velichko E. V., Vasilev Yu. L. Microbiological protocol for the effectiveness of root canal treatment with erbium laser. *Biomedical Photonics.* 2019;(8):11–16. <https://doi.org/10.24931/2413-9432-2019-8-4-11-16>.
16. De-Deus G., Namen F., Galan J. Jr., Zehnder M. Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of Resilon/Epiphany root fillings. *Journal of Endodontics.* 2008 (34):703–705. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.02.024>.
17. Mukherjee M., Kalita T., Barua P., Barman A., Thonai S., Mahanta P. Sr., Medhi H. Efficacy of Smear Layer Removal of Human Teeth Root Canals Using Herbal and Chemical Irrigants: An In Vitro Study. *Cureus.* 2023;(15):e40467. <https://doi.org/10.7759/cureus.40467>.
18. Veeraiyan M., Kumar Y. P., Chandhar C. Y., Priyanka Y., Jaiswal M., Kemasaram D. Evaluation of Smear Layer Removal and Micro Hardness Alteration of Radicular Dentin after Using Various Chelating Agents – An Atomic Force Microscopic Study. *Journal of Pharmacy and Biomedical Sciences.* 2023;(15):S582–S587. [https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs\\_29\\_23](https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_29_23).
19. Ballal N. V., Jain I., Tay F. R. Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *Journal of Dentistry.* 2016;(51):62–68. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.06.001>.
20. Deari S., Mohn D., Zehnder M. Dentine decalcification and smear layer removal by different ethylenediaminetetraacetic acid and 1-hydroxyethane-1,1-diphosphonic acid species. *International Endodontic Journal.* 2019;(52):237–243. <https://doi.org/10.1111/iej.12987>.
21. Ulusoy  .  ., Mantı A.  .,  elik B. Nanohardness reduction and root dentine erosion after final irrigation with ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acids. *International Endodontic Journal.* 2020;(53):1549–1558. <https://doi.org/10.1111/iej.13372>.
22. Morago A., Ordinala-Zapata R., Ferrer-Luque C. M., Baca P., Ru z-Linares M., Arias-Moliz M. T. Influence of Smear Layer on the Antimicrobial Activity of a Sodium Hypochlorite/Etidronic Acid Irrigating Solution in Infected Dentin. *Journal of Endodontics.* 2016;(42):1647–1650. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.07.023>.
23. Razumova S., Brago A., Kryuchkova A., Barakat H., Ovchinnikov M. Evaluation of the efficiency of smear layer removal during endodontic treatment using scanning electron microscopy: an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2025;(25):151. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04444-x>.
24. Kamil A. A., Ali A. H., Foschi F., Mannocci F. Effectiveness of Continuous and Sequential Chelation and Different Agitation Techniques on Smear Layer Removal and Microhardness of Root Canal Dentin (An In Vitro Study). *Dentistry Journal.* 2025;(13):221. <https://doi.org/10.3390/dj13050221>.
25. Rath P.P., Yiu C.K.Y., Matinlinna J.P., Kishen A., Neelakantan P. The effects of sequential and continuous chelation on dentin. *Dental Materials.* 2020;(36):1655–1665. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.10.010>.
26. Mankeliya S., Singhal R.K., Gupta A., Jaiswal N., Pathak V.K., Kushwah A. A Comparative Evaluation of Smear Layer Removal by Using Four Different Irrigation Solutions like Root Canal Irrigants: An In Vitro SEM Study. *Journal of Contemporary Dental Practice.* 2021;(22):527–531.
27. El-Banna A., Elmesallawy M. Y., Elsayed M. A. Flexural strength and microhardness of human radicular dentin sticks after conditioning with different endodontic chelating agents. *Journal of Conservative Dentistry.* 2023;(26):344–348. [https://doi.org/10.4103/jcd.jcd\\_173\\_23](https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_173_23).
28. Chodankar S. S., Ashwini P., Meena N., Gowda V., D'souza N. Assessment of smear layer removing efficacy of different irrigation activation devices in mandibular premolar teeth using a scanning electron microscope: An in vitro comparative study. *Endodontology.* 2023;(35):210–216. <https://doi.org/10.4103/endo>.

- endo\_98\_22.
29. Hegde V., Thakkar P. Effect of continuous soft chelating irrigation protocol on removal of smear layer. *Endodontology*. 2019;(31):63–67. [https://doi.org/10.4103/endo.endo\\_58\\_18](https://doi.org/10.4103/endo.endo_58_18).
  30. Jaiswal S., Gupta S., Nikhil V., Bhadoria A., Raj S. Effect of intracanal and extracanal heating on pulp dissolution property of continuous chelation irrigant. *Journal of Conservative Dentistry*. 2021;(24):544–548. [https://doi.org/10.4103/jcd.jcd\\_230\\_21](https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_230_21).
  31. Tartari T., Borges M. M. B., de Araújo L. B. B., Vivan R. R., Bonjardim L. R., Duarte M. A. H. Effects of heat in the properties of NaOCl alone and mixed with etidronate and alkaline tetrasodium EDTA. *International Endodontic Journal*. 2021;(54):616–627 <https://doi.org/10.1111/iej.13450>.
  32. Kucuk M., Tunca Y. M., Erdem O., Cetinkaya S., Demirkaya K. Efficacy of pre-heated chelating agents on calcium ion removal from instrumented root canals. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2021;(13):e1015–e1020. <https://doi.org/10.4317/jced.58539>.
  33. Kfir A., Goldenberg C., Metzger Z., Hülsmann M., Baxter S. Cleanliness and erosion of root canal walls after irrigation with a new HEDP-based solution vs. traditional sodium hypochlorite followed by EDTA. A scanning electron microscope study. *Clinical Oral Investigations*. 2020;(24):3699–3706. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03249-w>.
  34. Wigler R., Srour Y., Wilchfort Y., Metzger Z., Kfir A. Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Comparative Study of Ultrasonic and Sonic Irrigant Activation Techniques. *Dentistry Journal*. 2024;(12):51. <https://doi.org/10.3390/dj12030051>.
  35. Kaushal R., Bansal R., Malhan S. A comparative evaluation of smear layer removal by using ethylenediamine tetraacetic acid, citric acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2020;(23):71–78. [https://doi.org/10.4103/JCD.JCD\\_43\\_20](https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_43_20).
  36. Nanda Z., Singh R., Kamble P. P., Deshmukh G., Patil N., Patil A. B., Banerjee S. Efficacy of Different Root Canal Irrigating Solutions in Removing Smear Layer: A Scanning Electron Microscopic Study. *Cureus*. 2023;(15):e44618. <https://doi.org/10.7759/cureus.44618>.
  37. Arun D. R., Sujatha V., Mahalaxmi S. Effect of 5% Carbohydrate Derived-Fulvic Acid on Smear Layer Removal and Root Dentin Microhardness – An In Vitro study. *European Endodontic Journal*. 2022;(7):156–160. <https://doi.org/10.14744/eej.2022.97759>.
  38. Alhat M. B., Mattigatti S. B., Mahaparale R. R., Wahane K. D., Jadhav A. Comparative Evaluation of Different Methods of Activation of Chelating Solution for Smear Layer Removal in the Apical Portion of the Root Canal Using a Scanning Electron Microscopy: An In Vitro Study. *Cureus*. 2024;(16):e66622. <https://doi.org/10.7759/cureus.66622>.
  39. Alakshar A., Saleh A. R. M., Gorduyus M. O. Debris and Smear Layer Removal from Oval Root Canals Comparing XP-Endo Finisher, EndoActivator, and Manual Irrigation: A SEM Evaluation. *European Journal of Dentistry*. 2020;(14):626–633. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1714762>.
  40. Aoun C., Rechenberg D. K., Karam M., Mhanna R., Plotino G., Zogheib C. Effect of Continuous Chelation Irrigation Using DualRinse HEDP+3% NaOCl with or without High-power Sonic Activation on Debris and Smear Layer Removal. *European Endodontic Journal*. 2023;(8):162–169. <https://doi.org/10.14744/eej.2022.93064>.

Статья поступила / Received 28.03.2026  
Получена после рецензирования / Revised 01.04.2026  
Принята в печать / Accepted 06.04.2026

#### Информация об авторах

**Крючкова Анжелика Владимировна**<sup>1</sup> – ассистент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний МИ  
E-mail: kryuchkova-av@rudn.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0187-7483>.  
eLibrary SPIN: 7068-3316

**Разумова Светлана Николаевна**<sup>1</sup> – д.м.н., заведующая кафедрой пропедевтики стоматологических заболеваний МИ, профессор  
E-mail: razumova-sn@rudn.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9533-9204>.  
eLibrary SPIN: 6771-8507

**Браго Анжела Станиславовна**<sup>1</sup> – к.м.н., доцент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний МИ  
E-mail: brago-as@rudn.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8947-4357>.  
eLibrary SPIN: 2437-8867

**Хайдар Баракат**<sup>1</sup> – ассистент кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний МИ  
E-mail: Dr.haydarbarakat@yahoo.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0911-3063>

**Овчинников Максим Александрович**<sup>2</sup> – врач-стоматолог-терапевт  
E-mail: maksim\_offo@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1014-0240>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия  
<sup>2</sup> ООО «Зубной Доктор», Коломна, Россия

#### Контактная информация:

Крючкова Анжелика Владимировна. E-mail: kryuchkova-av@rudn.ru

**Для цитирования:** Крючкова А.В., Разумова С.Н., Браго А.С., Баракат Хайдар, Овчинников М.А. Качество удаления смазанного слоя в корневом канале в исследованиях in vitro (обзор литературы). *Медицинский алфавит*. 2026;(10):121–128. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-10-121-128>

#### Author information

**Kryuchkova Anzhelika Vladimirovna**<sup>1</sup> – assistant department of propaedeutics of dental diseases  
E-mail: kryuchkova-av@rudn.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0187-7483>.  
eLibrary SPIN: 7068-3316

**Razumova Svetlana Nikolaevna**<sup>1</sup> – Ph.D, DDS, professor, head of department of propaedeutics of dental diseases, doctor of science in medicine  
E-mail: razumova-sn@rudn.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9533-9204>.  
eLibrary SPIN: 6771-8507

**Brago Anzhela Stanislavovna**<sup>1</sup> – Ph.D. of Medical Sciences, associated professor department of propaedeutics of dental diseases  
E-mail: brago-as@rudn.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8947-4357>.  
eLibrary SPIN: 2437-8867

**Haydar Barakat**<sup>1</sup> – assistant department of propaedeutics of dental diseases  
E-mail: Dr.haydarbarakat@yahoo.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0911-3063>  
**Ovchinnikov Maksim Aleksandrovich**<sup>2</sup> – dentist-therapist  
E-mail: maksim\_offo@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1014-0240>

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia named after P. Lumumba, Moscow, Russia  
<sup>2</sup> LLC «Zubnoy Doktor», Kolomna, Russia

#### Contact information

Kryuchkova Anzhelika Vladimirovna. E-mail: kryuchkova-av@rudn.ru

**For citation:** Kryuchkova A.V., Razumova S.N., Brago A.S., Barakat H., Ovchinnikov M.A. The quality of smear layer removal in the root canal in in vitro studies (literature review). *Medical alphabet*. 2026;(10):121–128 <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-10-121-128>

