

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

*На правах рукописи*

Наджарян Лиана Артемовна

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕТРОГРАДНОГО  
ПЛОМБИРОВАНИЯ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ**

Диссертация  
на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

3.1.7. Стоматология

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук, доцент  
Бадалян Вардигер Агабековна

Москва — 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ХРОНИЧЕСКИЙ ПЕРИОДОНТИТ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭНДОДОНТИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕТРОГРАДНОГО ПЛОМБИРОВАНИЯ (обзор литературы) .....	15
1.1 Патогенетическое обоснование методов лечения апикального периодонтита.....	15
1.2. Сложности повторного эндодонтического лечения.....	17
1.3. Хирургическое лечение хронического периодонтита.....	22
1.4. Возможные осложнения, возникающие во время операции резекции верхушки корня, и методы их предотвращения.....	27
1.5. Эффективность применения различных материалов для ретроградного пломбирования.....	30
1.6. Модификации материалов, применяемых для ретроградного пломбирования.....	40
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	43
2.1. Этапы исследования.....	43
2.2. Лабораторное исследование.....	43
2.2.1. Характеристика пломбировочных материалов, использованных в исследовании.....	44
2.2.2. Группы исследования.....	45
2.2.3. Предлабораторная подготовка образцов 1-4 группы.....	46
2.2.4. Исследование свойств пломбировочных материалов.....	49
2.2.5 Оценка адгезионной прочности материалов при сдвиге в соединении с твердыми тканями зуба.....	57
2.3. Клиническое исследование.....	59
2.3.1 Ретроспективный анализ.....	59
2.3.2 Проспективное исследование.....	60
2.3.3 Методы исследования.....	61

2.3.4 Методы лечения.....	63
2.4 Статистический анализ данных.....	64
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	65
3.1. Результаты лабораторных исследований.....	65
3.1.1 Характеристика материалов, использованных для ретроградного пломбирования.....	65
3.1.2. Результаты исследования герметичности апикальной пломбы.....	67
3.1.3. Результаты оценки адгезионной прочности материалов.....	72
3.2. Ретроспективный анализ эффективности хирургического лечения хронического апикального периодонтита.....	73
3.2.1 Характеристика пациентов, включенных в ретроспективное исследование.....	73
3.2.2 Результаты предоперационного обследования пациентов.....	74
3.2.3 Динамика клинко-рентгенологических показателей после хирургического лечения апикального периодонтита.....	78
3.2.4 Частота осложнений и рецидивов периодонтита после хирургического лечения. Клинические случаи.....	82
3.3 Результаты проспективного клинического исследования.....	100
3.3.1 Характеристика пациентов, включенных в проспективное исследование.....	100
3.3.2 Результаты предоперационного обследования.....	101
3.3.3 Динамика проявлений периодонтита у пациентов, включенных в проспективное исследование.....	104
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ.....	107
4.1. Анализ основных результатов.....	107
4.2. Интерпретация итогов лабораторных исследований.....	109
4.3. Оценка результатов ретроспективного анализа клинических данных и выявленных осложнений.....	110

4.4. Анализ рецидивов периодонтита, выявленных в ходе ретроспективного исследования.....	111
4.5. Оценка результатов клинической части исследования.....	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	115
ВЫВОДЫ.....	116
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	118
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	120

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность исследования

Серьезную проблему современной стоматологии представляют заболевания периодонта, повышающие риск потери зубов и, вследствие этого, ухудшения качества жизни пациентов [Кулаков А.А. и др., 2025; Abbott P.V., 2022]. Распространенность данной патологии остается высокой, тенденции к ее снижению не наблюдается [Когина Э.Н. и др., 2018; Малыгин В.Е. и др., 2025; Connert T. et al., 2022]. Хронический воспалительный процесс в периапикальных тканях может приводить к развитию острого воспаления в челюстно-лицевой области, источник хронической инфекции способствует также развитию соматических заболеваний [Реутов А.С. и др., 2023; Юдина Н.А., 2021].

Апикальный периодонтит занимает ведущее место среди хронических форм заболеваний периодонта. Согласно мета-анализу Tibúrcio-Machado C.S. et al. (2021) примерно половина взрослого населения во всем мире имеет по крайней мере один зуб с очагом апикального периодонтита. В различных возрастных группах распространенность периодонтита составляет от 58,2 до 87,9%. Максимальная частота хронического апикального периодонтита отмечается в возрастной группе 45–49 лет, при этом деструктивные формы этого заболевания диагностируются у 64,7% лиц в возрасте 45–65 лет.

Выбор оптимальной стратегии лечения деструктивных форм хронического апикального периодонтита является актуальной проблемой клинической стоматологии, поскольку консервативное лечение этой патологии часто оказывается неэффективным [Белова Н.М. и др., 2019; Stueland H. et al., 2023; Qian W. et al., 2019]. На этапе эндодонтического лечения перед заполнением корневых каналов необходимо произвести обработку периапикальной области канала от патогенных микроорганизмов. Однако в ряде случаев сложная анатомия канала не позволяет обеспечить

полное устранение микроорганизмов при их обработке [Байтус Н.А., Чернявский Ю.П., 2020; Luo X. et al., 2022; Duncan H.F. et al., 2023]. Также неполному купированию периапикального процесса могут способствовать кальцификация корневых каналов, наличие инородных объектов в просвете канала, перфорация [Беленова И.А. и др., 2017; Al Khuwaitir S. et al., 2024]. Решение этих задач требует всестороннего подхода, важнейшим компонентом которого является использование зубосохраняющих операций [Кабытова М.В., Питерская Н.В., 2020; Гребнев Г.А. и др., 2021; Fransson H., Dawson V., 2023; Fransson H., Dawson V., 2023; Corbella S. et al., 2023].

В лечении стойкого или рецидивирующего периодонтита применяются эндодонтические хирургические вмешательства, в частности апиэктомия, выполнение которой способствует сохранению зубов. В рамках операции осуществляется удаление очагов воспаления, резекция верхушки корня, тщательный гемостаз, контрольное окрашивание для исключения трещины корня и выявления дополнительных каналов и анастомозов, ультразвуковая и антисептическая обработка, а также выполнение ретроградного пломбирования [Кабытова М.В., Питерская Н.В., 2020; Шайымбетова А.Р. и др., 2023; Meire M.A. et al., 2023].

Эффективность эндодонтических вмешательств обусловлена соблюдением всех требований к технике выполнения резекции и обоснованным выбором материала для ретроградного пломбирования, обеспечивающего надлежащую герметизацию и исключение повторного проникновения микроорганизмов в периапикальную область [Луцкая И.К., Лопатин О.А., 2020; Рабинович И.М., Корнетова И.В., 2015; Angerame D. et al., 2022]. На сегодняшний день представлено большое количество материалов для осуществления ретроградного пломбирования, наиболее часто используемыми из которых остаются ProRoot MTA (Dentsply) и его отечественный аналог Триоксидент (ООО «ВладМиВа») [Арутюнов А.В., 2015; Липунова М.В. и др., 2013]. В связи с появлением ряда новых материалов для ретроградного пломбирования и широкого использования

данного метода в клинической практике стоматологов-хирургов высокоактуальным представляется проведение всесторонней сравнительной оценки эффективности и безопасности применения этих материалов.

### **Степень разработанности темы исследования**

Вопросы выбора и оценки эффективности применения пломбировочных материалов при ретроградном пломбировании в последние годы активно дискутируются. При этом отечественные и зарубежные авторы уделяют внимание сравнению физико-химических свойств, биосовместимости и герметичности материалов, а также изучению их влияния на процесс заживления периапикальных тканей.

Ряд работ посвящён сравнительному анализу применения таких материалов, как минерал триоксид агрегат (МТА) и стеклоиономерные цементы [Бадалян В.А. и др., 2025; Хабадзе З.С. и др., 2019; Gupta R. et al., 2023; Kohli M.R. et al., 2018; Pirani C., Camilleri J., 2023]. Результаты этих исследований демонстрируют преимущества и недостатки каждого материала с точки зрения клинической эффективности и долговечности результатов. Однако в большинстве сообщений авторы представляют либо данные лабораторных испытаний, либо описания отдельных клинических наблюдений. Недостаточно изучено влияние сопутствующих факторов на исходы ретроградного пломбирования. Отсутствуют данные комплексных сравнительных клинических исследований, учитывающие несколько критериев оценки эффективности материалов. В доступной литературе не представлены результаты изучения нового материала Dia-Root BioMTA.

Таким образом, сравнительная оценка эффективности различных материалов для ретроградного пломбирования при хирургическом лечении хронического периодонтита остаётся актуальной задачей, требующей дальнейшего углублённого изучения с учётом современных клинических и технологических аспектов [Луцкая И.К., 2024; Ergül R. et al., 2024; Koutroulis

A. et al., 2024; Kuru E. et al., 2024].

**Цель исследования** - сравнительное изучение эффективности хирургического лечения хронического периодонтита с использованием различных материалов для ретроградного пломбирования.

**Задачи исследования:**

1. Разработать модель и способ лабораторного исследования герметичности материалов, используемых для ретроградного пломбирования, позволяющую достоверно оценить *in vitro* герметичность материалов в условиях, приближенных к клиническим.
2. Выполнить сравнительную оценку физико-химических и биомеханических характеристик материалов, используемых при ретроградном пломбировании, удобство их использования в клинической практике.
3. Оценить клиническую эффективность хирургического лечения периодонтита при использовании различных материалов для ретроградного пломбирования в течение долгосрочного периода наблюдения (от 5 до 10 лет) на основании данных ретроспективного анализа.
4. Провести ретроспективную оценку частоты рецидивов после хирургического лечения периодонтита с ретроградным пломбированием в долгосрочном периоде наблюдения (от 5 до 10 лет).
5. На основании клинических и рентгенологических данных оценить эффективность хирургического лечения периодонтита с ретроградным пломбированием различными материалами в рамках проспективного исследования.



## **Научная новизна исследования**

Впервые разработан способ изучения физико-химических характеристик материалов для ретроградного пломбирования, позволяющий оценить *in vitro* герметичность материалов в условиях, приближенных к клиническим, а также оценить проницаемость корневого канала в измерительной оптической ячейке при помощи спектрофотометрического оборудования.

Впервые проведена сравнительная характеристика традиционных материалов, используемых при ретроградном пломбировании, а также нового материала Dia-Root BioMTA на основе лабораторных исследований.

Впервые изучена клиническая эффективность и безопасность выполнения апикэктомии с применением материалов Триоксидент и ProRoot MTA для ретроградного пломбирования по данным ретроспективного анализа.

Впервые по данным проспективного исследования охарактеризована клиническая эффективность использования Dia-Root BioMTA и Ketac Cem.

Впервые обосновано расширение выбора различных материалов для ретроградного пломбирования в зависимости от клинической ситуации.

## **Теоретическая и практическая значимость исследования**

Разработанный лабораторный метод изучения физико-химических свойств материалов для ретроградного пломбирования в условиях, приближенных к клиническим, позволяет повысить точность моделирования *in vitro* использования этих материалов. Использование спектрофотометрии для анализа проницаемости красителя через пломбы из различных материалов повышает объективность результатов.

Результаты работы позволяют дополнить представления о физико-химических характеристиках различных материалов для ретроградного

пломбирования. Получены данные сравнительной субъективной оценки специалистами использования этих материалов в стоматологической практике.

Проведена комплексная сравнительная характеристика четырёх материалов (Dia-Root BioMTA, Триоксидент, Biodentine, Ketac Cem), что расширяет базу для дальнейших исследований в области эндодонтической хирургии.

На основании данных ретроспективного анализа эффективности хирургического лечения периодонтита выявлена связь между наличием металлических внутриканальных конструкций и прогнозом лечения, что позволяет улучшить предоперационное планирование и информировать пациентов о возможных рисках.

Обоснованы рекомендации по выбору тактики лечения хронического периодонтита и определению материалов для ретроградного пломбирования.

### **Методология и методы исследования**

Диссертация выполнена в соответствии с принципами доказательной медицины. Работа включает лабораторный и клинический этапы исследования. На первом этапе были проведены лабораторные исследования свойств пломбировочных материалов на 36 удаленных интактных зубах, которые были разделены на группы в зависимости от использованных материалов.

На клиническом этапе работы было проведено обследование, лечение и дальнейшее наблюдение пациентов с диагнозом в соответствии с МКБ-10: «Хронический апикальный периодонтит» (K.04.5). Выполнен ретроспективный анализ данных 134 пациентов, которым проводилось хирургическое лечение периодонтита с ретроградным пломбированием двумя материалами.

Также проведено проспективное исследование, в которое были

включены 52 пациента, которым выполнялось хирургическое лечение периодонтита. Формирование клинических групп проводили в зависимости от использованного материала для ретроградного пломбирования. Проведено клиническое и рентгенологическое обследование пациентов, выполнена сравнительная оценка клинической эффективности применения различных материалов для ретроградного пломбирования. Полученные данные проанализированы с использованием методов описательной статистики.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Между исследуемыми пломбировочными материалами не выявлено существенных различий по герметичности.
2. Адгезионные свойства пломбировочных материалов, используемых при ретроградном пломбировании, не оказывают значимого влияния на их клиническую эффективность.
3. Ретроградное пломбирование обеспечивает высокую частоту положительных исходов хирургического лечения периодонтита в долгосрочной перспективе.
4. Эффективность хирургического лечения периодонтита с использованием материалов для ретроградного пломбирования является сопоставимой для материалов Триоксидент и ProRoot МТА, эффективность материала Dia-Root BioMTA выше по сравнению со стеклоиономерным цементом Ketac Cem.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность результатов исследования обеспечивается адекватным объемом клинического материала, репрезентативностью проведенного комплексного обследования пациентов с хроническим периодонтитом, соответствием полученных результатов поставленной цели и задачам

исследования, использованием современных методов исследования и статистической обработки полученных данных.

### **Апробация диссертации**

Тема диссертации утверждена на ученом совете ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России (протокол №11/441 от 21.11.2024 г.). Апробация работы проведена на совместном заседании сотрудников отделения клинической и экспериментальной имплантологии, отделения хирургической стоматологии, отделения пародонтологии, отделения реконструктивной челюстной-лицевой и пластической хирургии, отделения клинической и госпитальной ортодонтии, отдела терапевтической стоматологии, отдела лучевой диагностики и отделения функциональной диагностики ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России (протокол № 218 от 03.07.2025 г.).

### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Научные положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности 3.1.7. Стоматология. Представленные результаты соответствуют направлениям исследований п.1 «Изучение этиологии, патогенеза, эпидемиологии, методов профилактики, диагностики и лечения поражений твердых тканей зубов (кариес и др.), их осложнений», п.9 «Разработка и совершенствование стоматологических материалов, инструментов и оборудования».

### **Внедрение результатов исследования**

Результаты диссертационной работы внедрены в работу отделения клинической и экспериментальной имплантологии ФГБУ НМИЦ

«ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России.

### **Личное участие автора в получении научных результатов**

Личное участие автора заключается в участии на всех этапах работы: поиске и анализе литературы по теме диссертационного исследования, формулировке цели и задачи исследования, определении объема и выборе методов исследований. Автором лично проведены планирование и организация лабораторного исследования, выполнен ретроспективный анализ данных пациентов с хроническим периодонтитом, проведено обследование, хирургическое лечение и дальнейшее наблюдение пациентов с хроническим периодонтитом в рамках проспективного этапа работы. Автором самостоятельно проведена статистическая обработка, интерпретация и обобщение полученных результатов, сформулированы выводы и практические рекомендации.

### **Публикации по теме диссертации**

По теме диссертации опубликовано 4 печатных работы, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Получен патент на изобретение (RU (11) 2 848 876 (13) C1, 21.10.2025).

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием материалом и методов исследования, главы с описанием собственных результатов, главы с обсуждением полученных данных, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы.

Общий объем диссертации изложен на 140 страницах, включает 35 рисунков и 19 таблиц. Список литературы включает 172 источника, в том числе 75 отечественных и 97 иностранных публикаций.

## **ГЛАВА 1. ХРОНИЧЕСКИЙ ПЕРИОДОНТИТ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭНДОДОНТИЧЕСКОМУ ЛЕЧЕНИЮ. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕТРОГРАДНОГО ПЛОМБИРОВАНИЯ (обзор литературы)**

### **1.1. Патогенетическое обоснование методов лечения апикального периодонтита**

Периодонтит — воспалительное заболевание тканей периодонта, проявляющееся устойчивой воспалительной реакцией, вызванной микроорганизмами, и приводящее к резорбции кости вокруг корней зубов [Кулаков А.А. и др., 2020; Рабинович И.М. и др., 2023; 2024; Wen Y.H. et al., 2024].

Основным этиологическим фактором заболеваний пульпы и их осложнений считается бактериальная инфекция [Cabanillas-Balsera D. et al., 2024; Zubizarreta-Macho Á. et al., 2021]. Апикальный периодонтит обычно вызывается полимикробным инфицированием, при этом в структуре возбудителей преобладают грамотрицательные анаэробы. Наиболее часто при первичном апикальном периодонтите выделяют *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas endodontalis*, *Prevotella* spp., *Tannerella forsythia* и *Treponema* spp. [Tibúrcio-Machado C.S. et al., 2021].

Бактерии в корневом канале могут существовать как в виде биопленок на стенках канала, так и в свободном состоянии. При проникновении возбудителей в боковые каналы, перешейки и дельты или выход за пределы апикального отверстия в периапикальную область колонизированные биопленки способствуют возникновению резистентности к антибиотикотерапии, применяемой в лечении корневых каналов, а также развитию периапикальных поражений [Qian W. et al., 2019; Roy M. et al., 2024; Walsh L.J., 2020; Wen Y.H. et al., 2024]. В связи с этим определяющим фактором долгосрочного результата лечения апикального периодонтита

является значительное снижение бактериальной нагрузки или полная элиминация возбудителей [Niazi S.A., Bakhsh A., 2022; Zubizarreta-Macho Á. et al., 2021].

В развитии периапикального процесса важную роль играют также нарушения функции иммунной системы [Кулаков А.А. и др., 2019; Hussein H., Kishen A., 2022]. Врожденный иммунитет и приобретенный иммунный ответ активируются в ответ на образование бактериальных биопленок, локализующихся в системе корневых каналов. Последующая миграция иммунокомпетентных клеток в периапикальную область для борьбы с патогенами и интенсивная продукция воспалительных медиаторов формирует особую воспалительную микросреду в апикальной области. Провоспалительные медиаторы усиливают воспалительную реакцию, активируя различные сигнальные пути [Petean I.B.F. et al., 2022; Matos-Sousa J.M. et al., 2024]. В свою очередь окислительный стресс, вызванный повышенной продукцией реактивными формами кислорода, и нарушенный метаболизм способствуют разрушению тканей в периапикальной области [Macedo Signorelli N.S. et al., 2024]. Все это приводит к избыточной активации иммунного ответа, что вызывает дифференциацию остеокластов, ингибирует дифференциацию остеобластов и в конечном счете приводит к резорбции костной ткани перирадикулярной области [Кулаков А.А. и др., 2019; Рабинович И.М. и др., 2020; Pan D. et al., 2025]. Вместе с тем регуляторные Т-клетки и макрофаги выделяют медиаторы, обладающие противовоспалительными свойствами: интерлейкины (ИЛ)-4, -10 и трансформирующий фактор роста бета (TGF- $\beta$ ) [Weber M. et al., 2018; Zhang Y. et al., 2021]. Баланс между про- и противовоспалительными реакциями в периапикальной микросреде определяет прогрессирование и регрессию периапикального воспалительного процесса, а также клинический результат регенерации тканей этой области после проведенного эндодонтического лечения [Glynis A. et al., 2021; Qian W. et al., 2019; Roy M. et al., 2024; Walsh L.J., 2020; Wen Y.H. et al., 2024].



Ключевым фактором, определяющим эффективность эндодонтического лечения зубов, является восстановление костной ткани челюстей, которая имеет сложную гистологическую структуру. Общеизвестно подразделение регенерации биологических тканей на физиологическую, репаративную и патологическую. Физиологическая регенерация регулируется системными механизмами и связана с постоянным обновлением клеток, репаративная также регулируется системными механизмами, однако связана с восстановлением целостности и функций клеток после их повреждения [Шумилович Б.Р. и др., 2020; Amoroso-Silva P. et al., 2023]. К патологической регенерации относят образование келлоида и опухолевый рост клеток, при котором происходят качественные изменения, не поддающиеся либо слабо поддающиеся контролю со стороны регуляторных механизмов [Осипенко А.В., 2019; Чернецкий В.А., Шевела Т.Л., 2023].

В клинической эндодонтии акцент делается на репаративную регенерацию, интенсивность которой в значительной степени зависит от используемых методов лечения и obturации корневых каналов. При этом важнейшим фактором эффективности obturации корневых каналов являются характеристики биосовместимости используемых при этом материалов [Шумилович Б.Р. и др., 2020].

## **1.2. Сложности повторного эндодонтического лечения**

Повторное эндодонтическое лечение зубов представляет является актуальной проблемой современной стоматологии. Для достижения высокой эффективности перелечивания корневых каналов важно следовать определённым принципам, к которым относят:

- полное извлечение старого пломбировочного материала из корневого канала;
- восстановление проходимости корневого канала при сохранении

адекватного объёма твёрдых тканей зуба;

- устранение смазанного слоя;
- создание оптимальных условий для obturации корневого канала

[Корнетова И.В. и др., 2021; Хабадзе З.С., Исмаилов Ф.Р., 2020; Bürklein S., Arias A., 2023].

Фактором, осложняющим лечение, нередко являются анатомические особенности корневой системы зубов, включающие:

- наличие дополнительных каналов;
- объёмные перирадикулярные разрушения костной ткани;
- очаги резорбции корней;
- другие последствия неудачного предшествующего эндодонтического

лечения [Григорьянц Л.А. и др., 2016; Meschi N. et al., 2023; Ribeiro M.L. et al., 2024].

Искривлённые корневые каналы, наблюдающиеся довольно часто, могут существенно затруднить эндодонтическое лечение. Исследования показали, что механическая обработка таких каналов увеличивает вероятность перфораций в апикальной области, а также обуславливает возникновение циклического напряжения на никель-титановых вращающихся инструментах. Это в свою очередь может вызвать их заклинивание во время эндодонтических процедур и даже привести к поломке внутри корневого канала [Зиньковская Е.П. и др., 2024; Волошина А.А. и др., 2023, 2024].

Ортоградная ревизия корневых каналов осложняется не только анатомическими особенностями корневых каналов, но нередко и наличием в них внутриканальных конструкций, использованных при первичном пломбировании [Иванова Е.В. и др., 2022; Луцкая И.К., 2022].

López-Valverde I. et al. (2023) приводят данные ретроспективного исследования, оценивающего результаты нехирургического эндодонтического лечения 312 пациентов с 598 зубами, пролеченными одним врачом-стоматологом. Период наблюдения составлял от 5 до 37 лет после

окончания проведенного лечения. Выживаемость зубов была оценена согласно критериям их функционирования и отсутствия болезненных ощущений. Общий показатель эффективности - отсутствие рентгенологических признаков периодонтита и характерной симптоматики - составил 87,7%. Через 10 и 20 лет значение этого показателя составило 97% и 81% соответственно, через 25 лет - 77%, через 37 лет - 68%. Согласно результатам исследования 14,5% зубов было удалено в среднем спустя 14 лет. Наиболее распространенными причинами удаления явились вертикальный перелом зуба (33%) и прогрессирование заболеваний пародонта (40%).

Сложности, возникающие при повторном эндодонтическом лечении, отмечаются на разных этапах лечения апикального периодонтита и могут быть сгруппированы следующим образом:

- сложности распломбирования корневых каналов, когда для повышения эффективности и безопасности процедуры рекомендуется использовать нецитотоксические растворители;
- осложнения, развивающиеся при ирригации и obturации каналов;
- сложности восстановления коронковой части зуба [Волошина И.М., и др., 2024; Кириенкова Е.А. и др., 2023].

Как при первичном, так и при повторном эндодонтическом лечении важно учитывать высокую частоту наличия дополнительных каналов. Сложная структура системы корневых каналов зубов, характеризующаяся большой вариабельностью количества каналов и множественными латеральными ответвлениями, затрудняет полноценную очистку. Это свидетельствует о важности точных сведений об анатомии корневых каналов, соответственно эффективная диагностика играет ключевую роль в успешности эндодонтического лечения [Македонова Ю.А. и др., 2015].

Эти данные подтверждают результаты анализа архивных карт пациентов, которым проводилось повторное эндодонтическое лечение с 2015 по 2020 гг. Ивановой Е.В. и др. (2021) были получены результаты, показавшие, что зубы жевательной группы – преимущественно моляры, а

затем и премоляры, - чаще нуждаются в повторном лечении корневых каналов. Из зубов фронтальной группы только от 7 до 16% нуждаются в подобном лечении. Причиной этого является более сложное строение корневой системы зубов жевательной группы по сравнению с фронтальной.

Неблагоприятный исход эндодонтического лечения часто сопряжен с ятрогенными факторами, такими как перфорации корня зуба или поломка инструментов внутри корневого канала [Ковалева О.В. и др., 2020]. Одной из причин подобных осложнений является недостаточная диагностика и недостаточная оценка индивидуальных особенностей анатомии корневых каналов перед началом лечения. Для снижения частоты возникновения таких ситуаций в качестве наиболее эффективного подхода рассматривается более точная диагностика с применением метода компьютерной томографии [Герасимова Л.П., Сорокин А.П., 2013; Белова Н.М. и др., 2019; Постников М.А. и др., 2022; Bieszczad D. et al., 2022; Mackiewicz E. et al., 2023].

Зиньковская Е.П. и др. (2024) в ретроспективном исследовании 256 зубов, подвергшихся ранее эндодонтическому лечению, установили, что использование конусно-лучевой компьютерной томографии в процессе диагностики и подготовки к эндодонтическому лечению дает возможность детально изучить особенности строения корневых каналов, что в свою очередь способствует улучшению результатов вмешательства и повышению их прогнозируемости. Однако при использовании конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ) для отслеживания результатов эндодонтического лечения важно проводить анализ снимков в динамике, поскольку часто неполное заживление перирадикулярной костной ткани может быть расценено в качестве неблагоприятного исхода лечения.

Для снижения рисков негативных результатов эндодонтического лечения также рекомендуют использование увеличительного оборудования. Применение стоматологического микроскопа при лечении осложнений кариеса стало важным шагом в повышении качества лечения, поскольку способствовало совершенствованию диагностики, в частности выявлению

дополнительных корневых каналов, которые практически невозможно обнаружить с помощью стандартных методов диагностики. Благодаря мощному бестеневому освещению, увеличению и глубине резкости применение стоматологического микроскопа также обеспечивает высокую точность препарирования тканей, что способствует более прецизионному лечению [Терпигорьева Л.П. и др., 2021]. Использование микроскопа не только улучшило результаты лечения, но и способствовало снижению риска осложнений, что, безусловно, положительно сказалось на комфорте и удовлетворенности пациентов результатами эндодонтического лечения [Кирюхина А.А., Кабытова М.В., 2021; Лопатин О.А., 2016; Фадеев Р.А., Рыжова Д.В., 2015].

Войтов А.Н. и др. (2012) провели исследование с участием 98 пациентов, нуждающихся в повторном лечении воспалительного процесса в корневых каналах, с диагнозом хронический апикальный периодонтит. Пациенты были разделены на две группы: в первой группе перелечивание проводили под контролем бинокулярных луп или операционного микроскопа, во второй же группе увеличение во время вмешательства не использовали. Оценка эффективности повторного эндодонтического лечения показала, что в основной группе, где использовали увеличение, за период наблюдения в течение 24 месяцев было не более 3% случаев с неудачным исходом. Применение увеличительных аппаратов позволило качественно выполнить инструментальную обработку корневых каналов, включая каналы со сложным анатомическим строением. В контрольной группе частота неудач составила 24%. Эти данные свидетельствуют о том, что в корневых каналах со сложной анатомией, даже при достаточно точной диагностике, без увеличения невозможно провести адекватную инструментальную обработку, что может приводить к образованию уступов, перфорациям и поломке инструментов. Таким образом, рекомендуется проводить повторное эндодонтическое лечение с использованием увеличения для повышения точности инструментальной обработки и последующей качественной

обтурации корневых каналов.

Mrinalini M. et al. (2024) на примерах из различных клинических ситуаций показали, что внедрение стоматологического операционного микроскопа в эндодонтическую практику обеспечивает существенный прогресс в отношении достижения высокой точности выполняемых манипуляций и успешных результатов при лечении рассматриваемой патологии. Увеличение, которое обеспечивает использование микроскопа, существенно улучшает визуализацию сложных систем корневых каналов, упрощает процесс извлечения сломанных инструментов и способствует повышению эффективности консервативного эндодонтического лечения [Hilmi A. et al., 2023].

Другая сложность, с которой сталкиваются специалисты при лечении корневых каналов – зубы с широкими апикальными отверстиями. Для повышения эффективности лечения зубов с такими анатомическими особенностями было предложено создание апикального барьера. Так, Галкина Ю.В. и др. (2020) отметили, что при широких апикальных отверстиях, внутренней резорбции корня и перелечивании корневых каналов зубов с деструктивными формами периодонтита применение МТА в роли obturationalного материала демонстрирует благоприятные результаты. При этом было показано, что созданный во время эндодонтического лечения апикальный барьер обеспечивает надежную obturацию корневого канала, что способствует регрессу деструктивных очагов.

### **1.3. Хирургическое лечение хронического периодонтита**

Для сохранения зубов с устойчивыми периапикальными процессами, подвергавшихся ранее эндодонтическому лечению, первоочередное внимание следует уделять результатам ортоградной ревизии с целью удаления оставшихся бактерий из системы корневых каналов и обеспечения

полной герметичности каналов. Невозможность осуществления адекватного перелечивания вследствие затрудненного ортоградного доступа к апикальной части канала или нецелесообразности снятия и разбора ортопедической конструкции, покрывающей зуб, ретенции инородного тела в корневом канале или наличия большого периапикального процесса, обуславливает выбор хирургических методов лечения апикального периодонтита [Li N. et al., 2023; Pinto D. et al., 2020; Yamada M. et al., 2024; Zubizarreta-Macho Á. et al., 2021].

Разработаны различные хирургические подходы к лечению зубов с периапикальными очагами одонтогенной инфекции, такие как резекция верхушки корня зуба, гемисекция, ампутация корня и реплантация [Будайчиев Г.М. и др., 2025]. Наиболее распространённым вариантом оперативного вмешательства принято считать резекцию верхушки корня с последующим ретроградным пломбированием. При проведении резекции корня частота осложнений варьирует от 0,52% до 14%. Эта разница объясняется отсутствием единого подхода к тактике и методам лечения, а также отсутствием единых подходов к формулировке показаний и противопоказаний для выполнения зубосохраняющих операций [Гребнев Г.А., 2021].

Апикальные вмешательства с использованием микрохирургической техники представляют собой современный подход, основанный на принципах снижения травмы, включающий осуществление хирургического доступа к корневой части зуба, удаление инфицированных периапикальных тканей, резекцию апикальной части корня (апикэктомию), подготовку корневой полости и создание герметичного апикального барьера посредством ретроградного пломбирования [Батюков Н.М. и др., 2023; Гурин А.Н. и др., 2010]. Этот подход применяется в случаях, когда традиционное эндодонтическое лечение оказывается неэффективным, а также при невозможности повторного эндодонтического вмешательства и наличии устойчивых периапикальных патологических процессов.

Внедрение микрохирургических методов в практику значительно повышает эффективность лечения, позволяя осуществлять детальную визуализацию анатомических структур, включая дополнительные каналы, ответвления и микротрещины, что способствует более точному и безопасному проведению хирургических вмешательств. Использование операционного микроскопа или бинокулярных луп, мощного освещения, ультразвуковой обработки корневого канала и микроинструментов, а также применение биосовместимых материалов позволяет уменьшить объем остеотомии, облегчить идентификацию корневых каналов, обеспечить тщательный контроль за резецированными корнями и провести качественное лечение с долгосрочными результатами. Согласно результатам мета-анализа, проведенного Gonzales C.L. et al. (2024), вышеприведенные преимущества обуславливают снижение послеоперационной болезненности и увеличение эффективности хирургического лечения периодонтита до 93,5%. Некоторые авторы отмечают эффективность и уменьшение частоты рецидивов при применении комбинации консервативного и хирургического методов лечения хронического апикального периодонтита [Рабинович И.М. и др., 2018; Разумова С. и др., 2017].

В систематическом обзоре Bucci C. et. al. (2022) авторы сравнивали эффективность эндодонтического хирургического лечения с перелечиванием патологии корневых каналов. Частота заживления при периапикальном процессе была выше в группе пациентов, которым была произведена апикэктомия. Использование этого метода лечения сопровождалось значительно лучшими результатами, которые проявлялись лучшей динамикой заживлении перирадикулярных процессов и меньшей вероятностью необходимости выполнения повторного вмешательства.

Curtis D.M. et al. (2018) оценили результаты лечения объемных периапикальных поражений путем эндодонтического перелечивания с помощью методов апикальной хирургии. Выполнение эндодонтических микрохирургических вмешательств сопровождалось статистически значимо



более высокой частотой полного заживления (49 случаев у 57 пациентов [86,0%]) по сравнению с группой пациентов, которым производилось перелечивание (28 случаев из 68 [41,2%],  $p < 0,05$ ), а также показала более высокими показателями скорости заживления при воспалительном процессе.

Согласно результатам мета-анализа, проведенного Pinto D. et al. (2020), частота полного излечения хронического периодонтита при использовании методов эндодонтической микрохирургии составляет от 78% до 91% при сроке наблюдения от 2 до 13 лет. В исследовании Lai P.T. et al. (2022) был получен общий показатель эффективности эндодонтического микрохирургического лечения на уровне 89,9%. Вышеприведенные результаты свидетельствуют о значительной клинической эффективности методов апикальной хирургии и подчеркивают целесообразность ее применения в стоматологической практике.

Анализ пред- и послеоперационных показателей показал, что на прогноз результатов эндодонтического хирургического лечения влияют три группы факторов:

- факторы, связанные с общим состоянием пациента;
- факторы, связанные с состоянием зубов;
- особенности выполнения процедур апикальной хирургии.

К факторам, связанным с зубами, относят их расположение. Факторы, связанные непосредственно с пациентом: возраст, пол пациента - как установлено, не оказывают статистически значимого влияния на успех лечения.

Среди факторов, связанных с лечением, к наиболее важным относят материал, используемый при ретроградном пломбировании. В некоторых исследованиях было показано преимущество использования первичных методов апикальной хирургии по сравнению с повторными вмешательствами [Bieszczad D. et al., 2022; Lai P.T. et al., 2022; Yamada M. et al., 2024].

В исследовании Bieszczad D. et al. (2022) отмечено, что лечение с

применением методов апикальной хирургии в области центральных зубов и премоляров характеризуется частотой успеха более 90%, в то время как использование подобных подходов в лечении моляров является эффективным только в 60% случаев. Это может быть связано с более сложным доступом, худшей визуализацией операционного поля, а также сложной анатомией каналов жевательных зубов. Аналогичные результаты были продемонстрированы в большинстве опубликованных работ. Сделан вывод о необходимости учитывать особенности доступа и близость к важным анатомическим структурам при использовании методов апикальной микрохирургии в лечении жевательных зубов.

Yamada M. et al. (2024) сообщили о более высокой частоте положительных результатов при использовании методов апикальной микрохирургии в лечении зубов, расположенных на верхней челюсти, чем на нижней.

Оценка результатов успешности апикальной хирургии основана на сочетании данных клинической и рентгенологической картины. При этом следует использовать критерии наличия или отсутствия следующей симптоматики: болевые ощущения, отек слизистой оболочки, реакция на перкуссию и пальпацию, а также подвижность зуба, его функциональность, глубина пародонтальных карманов и, несомненно, рентгенологические признаки изменения размеров периапикального процесса. Согласно практическим рекомендациям Европейской ассоциации эндодонтистов (2023) для оценки эффективности результатов апикальной хирургии оптимальным является период наблюдения в течение одного года, однако при неопределенных результатах оценку следует проводить через регулярные промежутки [Duncan H.F. et al., 2023; Lai P.T. et al., 2022].

#### **1.4. Возможные осложнения, возникающие во время операции резекции верхушки корня, и методы их предотвращения**

Анатомические сложности, препятствующие выполнению хирургических вмешательств при хроническом периодонтите, остаются значительным препятствием для многих специалистов, несмотря на высокую эффективность применения методов эндодонтического лечения. При этом одной из основных трудностей является обеспечение точного доступа к корням зубов [Лысенко А.В. и др., 2024].

Ключевым аспектом, позволяющим оценить потенциальные сложности вмешательства и минимизировать риск осложнений при применении методов эндодонтической микрохирургии, является четкое представление о соотношении корней зубов. Сложное анатомическое расположение, ограниченная подвижность слизистой оболочки и многокорневая анатомия обуславливают высокую сложность хирургических манипуляций на молярах.

Выполнение вмешательств в этой области сопряжено с ограниченной доступностью и визуализацией. Особенно сложными для манипуляций являются анатомические особенности небных корней верхнечелюстных моляров, которые располагаются в непосредственной близости к критически важным структурам, таким как большой небный сосудисто-нервный пучок. В случаях, когда хирургическое вмешательство требуется выполнить на всех корнях верхнечелюстных моляров, может возникнуть необходимость в создании двух лоскутов, что усложняет процедуру и увеличивает ее продолжительность [Wikström A. et al., 2021].

Несмотря на указанные сложности, хирургическое эндодонтическое лечение верхнечелюстных моляров, особенно небных корней, является важным в отношении предотвращения потери зубов. Результаты исследования Huang X. et al. (2025) показывают, что буккальные корни верхнечелюстных моляров практически полностью затевают верхушки

небных корней, при этом доля небных апексов, находящихся выше дна верхнечелюстной пазухи, превышает таковую у других корней. Более того, с возрастом наблюдается увеличение расстояния между небными корнями и вестибулярной костной пластиной со средним показателем около 10 мм.

В работе Azim A.A. et al. (2021) представлен отчет о клинических случаях в виде двух примеров пациентов, которым необходимо было выполнение вмешательств в области всех трех корней верхнечелюстных моляров. Лечение включало селективное нехирургическое восстановление небного корня и obturацию с использованием эндодонтического материала, после чего было выполнено хирургическое вмешательство через вестибулярный доступ для резекции буккальных корней, синус-лифтинг с применением пьезохирургии и последующей резекции небного корня. Данный подход оказался успешным в обоих случаях без каких-либо нежелательных последствий. Рентгенографические изменения контролировали с использованием КЛКТ сразу после выполнения операции и на нескольких последующих визитах. Полученные томографические изображения продемонстрировали наличие признаков заживления периапикальных процессов вокруг всех корней на сроках до 14 и 24 месяцев, а также изменение положения дна верхнечелюстной пазухи.

Важной проблемой при выполнении микрохирургических вмешательств является формирование доступа к верхушкам корней. Знание анатомического строения корней зубов и их взаимосвязей с соседними структурами - необходимые условия для осуществления эффективного и безопасного хирургического эндодонтического лечения [Reddy S. et al., 2022].

В рамках исследования Corbella S. et. al. (2019) была выявлена значительная неоднородность анатомической структуры вторых премоляров на нижней челюсти и их взаимосвязи с ментальным отверстием. Данная неоднородность может рассматриваться как потенциальный фактор риска неудач как хирургического, так и нехирургического эндодонтического лечения. Премоляры также продемонстрировали значительную

вариабильность анатомической структуры корневых каналов, что следует учитывать при планировании хирургических вмешательств. Кроме того, взаимосвязь между первым и вторым премолярами и окружающими анатомическими структурами должна быть тщательно оценена в процессе подготовки к эндодонтическим вмешательствам в данной области.

Избежание повреждения таких важных анатомических структур, как верхнечелюстная пазуха, ментальный канал и нижнечелюстной нерв, является критически важным при проведении процедур апикальной хирургии. При этом достаточно сложным является осуществление точной резекции корневого апекса.

Точно оценить расстояние между кортикальной пластиной и верхушкой корня, а также определить расположение корней в костной ткани и близость к различным анатомическим структурам позволяет КЛКТ, которая на сегодняшний день играет важную роль в планировании эндодонтических вмешательств [Saxena P., Gupta S., 2022; Reddy S. et al., 2022].

Обеспечение адекватного доступа к верхушке зуба и пораженной области является критически важным для успешного исхода лечения. КЛКТ не только обеспечивает точную оценку положения корней и оценку их близости к важным анатомическим структурам, но и позволяет определить размеры, локализацию и степень периапикального поражения до операции. Новые методы, направленные на снижение вероятности «человеческого фактора», который часто осложняет выполнение эндодонтических вмешательств, могут существенно улучшить результаты лечения. С целью повышения точности и прогнозируемости выполнения хирургических манипуляций все чаще применяются технологии компьютерного планирования, а также трехмерной (3D) печати [Widbiller M. et al., 2023]. Совокупность этих методов представляет собой перспективное решение, способствующее улучшению качества хирургического вмешательства, что позволяет уменьшить риски, связанные с анатомическими особенностями корней зубов и положения зубов в пространстве челюстных костей

[Петрухина Н.Б. и др., 2023; Basso Á. et al., 2024; Mahendran K. et al., 2023]. Внедрение КЛКТ, а также навигации значительно повысило частоту успешных исходов эндодонтических вмешательств, увеличив ее с 44,2-53,5% до 90,5–91,1% [Reddy S. et al., 2022; Tsesis I. et al., 2006].

### **1.5. Эффективность применения различных материалов для ретроградного пломбирования**

Ключевым фактором, способствующим успешному выполнению хирургических вмешательств, считается герметичное закрытие апикальной части корневого канала с целью предотвращения миграции микроорганизмов в периапикальное пространство [Кабытова М.В., Питерская Н.В., 2020; Nascimento D. et al., 2025]. Ретроградное пломбирование является одним из этапов эндодонтической хирургии, целью которого является обеспечение герметизации корневых каналов зубов [Заблоцкая М.В., 2019; Сирак С.В. и др., 2016]. В эксперименте *in vitro*, описанном Нагаевой М.О. и др. (2016), была установлена высокая проницаемость тканей в зоне резекции при отсутствии ретроградного пломбирования. В связи с этим четкое соблюдение протоколов ретроградного пломбирования играют важную роль в успехе эндодонтических микрохирургических вмешательств.

Для достижения положительных результатов ретроградного пломбирования важным аспектом является выбор пломбировочного материала, который может существенно повлиять на эффективность лечения и длительность сохранения положительного результата [Елина Е.Г. и др., 2017]. Любые биоматериалы, используемые в биологической среде, должны обладать определенными химическими и биологическими свойствами, такими как химическая стабильность, коррозионная стойкость, биоинертность для предотвращения развития иммунного ответа, отсутствие токсичности и способность стимулировать остеогенез [Тарасенко С.В. и др., 2019; Чернецкий В.А., Шевела Т.Л., 2023]. Материалы, используемые для

ретроградного пломбирования, также должны обладать такими качествами, как биосовместимость, устойчивость к резорбции, исключительная герметичность и устойчивость к усадке [Наджарян Л.А. и др., 2025]. Кроме того, пломбировочный материал должен быть бактерицидным или бактериостатическим, простым в использовании и иметь высокую степень адгезии [Бадалян В.А. и др., 2025]. Также важны хорошие манипуляционные качества и возможность применения материала во влажной среде. Эти требования обеспечивают эффективность и долговечность пломбирования [Кабытова М.В., Питерская Н.В., 2020; Нагаева М.О. и др., 2016; Елина Е.Г. и др., 2017; Liebllich S.E., 2020; Paños-Crespo A. et al., 2021; Pinto D. et al., 2020; Zubizarreta-Macho Á. et al., 2021].

На протяжении длительного времени минерал триоксид агрегат считался золотым стандартом для ретроградного пломбирования. Термин «МТА» был введен для обозначения стоматологического материала, представляющего собой смесь портландцемента и рентгеноконтрастного порошка. Первые упоминания о применении портланд-цемента в стоматологии датируются 1878 годом, когда доктор Витте в Германии опубликовал отчет о его использовании для obturation корневых каналов [Mineral Trioxide Aggregate in Dentistry. Josette Camilleri]. Однако для эндодонтического использования МТА был одобрен Управлением по контролю за продуктами и лекарствами США лишь в 1998 г. [Barik S. et al., 2024].

Порошок МТА состоит из гидрофильных мелких частиц, которые затвердевают в присутствии воды. В оригинальном патенте МТА указаны следующие компоненты: трехкальциевый силикат, дикальциевый силикат, трехкальциевый алюминат и тетракальциевый алюмоферрит с оксидом висмута, который добавляется в качестве рентгеноконтрастного агента [Abusrewil S.M. et al., 2018; Torabinejad M., White D.J., 1993; 1995].

Широкое использование МТА в последнюю четверть века обусловлено его свойствами - высокой способностью к герметизации и

биосовместимостью. Важно отметить, что данный материал обладает способностью отверждения во влажной среде. В то же время определенные опасения специалистов в отношении применения МТА обусловлены вероятностью его вымывания из-за длительного времени застывания (2-3 ч). МТА обладает таким недостатком, как сложность укладки и размещения материала, что особенно важно при работе с жевательной группой зубов [Jang S.M. et al., 2021; Kaur I.P. et al., 2024; Pinto D. et al., 2020].

В течение последних десятилетий проведен ряд исследований применения МТА, некоторые авторы рассматривают материал в качестве перспективного решения для множества клинических задач [Мамедзаде Р.Э., 2017; Наджарян Л.А. и др., 2025; Roy M. et al., 2024].

Минерал триоксид агрегад доступен в двух коммерческих формах: серой и белой. Оригинальный серый МТА, несмотря на свою высокую эффективность в эндодонтической практике, вызывает изменение цвета зубов. В связи с этим был разработан и внедрен в практику белый МТА, который благодаря более низкому содержанию железа и меньшему количеству алюмоферрита кальция не влияет на цвет зубов, сохраняя при этом все полезные свойства [Suresh B., Ravindran V., 2024].

Baranwal A.K. et al. (2015) провели исследование, целью которого было сравнение адаптационной способности белого МТА, серого МТА и портландцемента в качестве корневого наполнителя *ex vivo*. Было использовано 60 однокорневых зубов, извлеченных в связи с заболеваниями пародонта. Все образцы стандартизировали по длине, после чего корневые каналы были обработаны и obturированы методом боковой конденсации с использованием материала AN Plus. Далее все образцы помещали в среду со 100%-ной влажностью на 48 ч. После этого была проведена апиэктомия, с помощью бора подготовлена полость глубиной 3 мм. и шириной 1 мм. Зубы были разделены на три группы в зависимости от материала для заполнения созданной полости. После ретроградного пломбирования образцы вновь помещали на 24 ч в среду со 100%-ной влажностью. Максимальное значение



зазоров между материалом и стенками корня определяли при помощи сканирующей электронной микроскопии. Согласно результатам данного исследования серый МТА продемонстрировал более высокую степень адаптации к стенкам корневого дентина по сравнению с белым МТА.

В 2020 году Queiroz I.A. et. al. провели исследование по изучению *in vitro* и *in vivo* влияния гипергликемического состояния на биосовместимость и биоминерализацию при использовании серого МТА и белого МТА. Авторы отметили задержку процесса минерализации при использовании белого МТА, однако реакция окружающих тканей при гипергликемическом состоянии существенно не отличалась при использовании вышеуказанных материалов.

МТА отличается высокой степенью биосовместимости и биоактивности, способствует образованию защитных барьеров в твердых тканях и заживлению пульпы и окружающих тканей. Кроме того, значительная рентгеноконтрастность материала облегчает оценку рентгенограмм, что является важным в отношении контроля качества проводимых процедур на этапах лечения. МТА также обладает выраженными антимикробными свойствами, что способствует снижению бактериальной нагрузки и улучшению процессов заживления [Cruz Hondares T. et al., 2024; Karahan M. et al., 2024; Suresh B., Ravindran V., 2024; Ramar K., 2024].

По результатам оценки клинических случаев Tripathi S. et al. (2024) подчеркивают биосовместимость МТА, его свойство стимулировать отложение гидроксиапатита и регенерацию тканей, что способствует заживлению больших периапикальных поражений.

Как было отмечено выше, несмотря на очевидные преимущества использование МТА в клинической практике сопряжено с определенными сложностями. К числу основных недостатков относят неудобство при манипуляциях с материалом, низкую прочность на сжатие, продолжительное время застывания и высокую стоимость [Fathima A. et al., 2024]. Так, Pushpalatha C. et. al. (2022) обратили внимание на ряд проблем в работе с

МТА, касающихся времени затвердевания, механических свойств, стабильности цвета и консистенции материала.

Эти особенности МТА способствовали активному поиску альтернативных материалов для ретроградного пломбирования корневых каналов зубов. В последние годы значительно возросло клиническое применение материалов на основе силикатов кальция, известных как «биокерамические» материалы, особенно в области эндодонтии. На сегодняшний день они считаются оптимальным эндодонтическим материалом для ретроградного пломбирования каналов благодаря высокой биосовместимости и физико-химическим характеристикам [Ashi T. et al., 2022; Jardine A.P. et al., 2021]. В 2010 г. 9шщбыл представлен материал Biodentine, который обладает рядом преимуществ по сравнению с МТА [Хабадзе З.С. и др., 2019].

Поскольку попадание патогенной микрофлоры в корневой канал может привести к развитию периапикального воспалительного процесса, использование материалов с нулевой или крайне низкой микропроницаемостью является необходимым условием для достижения оптимальных результатов эндодонтического лечения [Македонова Ю.А., Адамович Е.И., 2020]. Upma Das et. al. (2024) выполнили оценку микропроницаемости при использовании различных материалов для заполнения корневых каналов при ретроградном пломбировании. Для исследования было отобрано 60 премоляров, извлеченных по ортодонтическим показаниям. Зубы отбирали с учетом строгих критериев, исключая образцы с кариесом, переломами и другими повреждениями. Все зубы подвергались резекции на 2 мм, после чего создавали апикальную полость с помощью бора. Подготовка корневого канала включала использование эндодонтических файлов и орошение антисептическими растворами. Образцы были случайным образом разделены на шесть групп по 10 зубов в каждой с использованием различных пломбировочных материалов, включая Biodentine, МТА, герметики с гуттаперчей и контрольные группы.

Для оценки проницаемости пломбировочных материалов использовался метод окрашивания, при котором образцы опускали на 24 ч в краситель, затем апикальную часть образцов срезали на 1 и 3 мм, после чего зубы подготавливали для анализа под флуоресцентным микроскопом. Результаты данного исследования продемонстрировали, что уровень апикальной микроутечки был значительно ниже при поперечном сечении размером 1 мм по сравнению с 3 мм. Апикальная пробка величиной 3 мм обеспечивала более эффективную герметизационную способность вне зависимости от материала, используемого для пломбирования, что может свидетельствовать о важности соблюдения установленных протоколов при проведении вмешательств апикальной хирургии. При этом, по-видимому, отсутствует значимая корреляция эффективности лечения с использованием определенного пломбировочного материала.

В рамках исследования Džanković A. et al. (2020) была поставлена задача сравнения степени герметизации при ретроградном пломбировании материалами МТА, Biodentine и СИЦ (Fuji IX) путем контроля проницаемости красителя. Было установлено, что использование материала Biodentine в качестве корневого пломбировочного материала обеспечивает лучшую герметичность по сравнению с МТА и СИЦ, в то время как между последними статистически значимых различий по герметичности выявлено не было.

В исследовании Barik S. et al. (2024) было проанализировано влияние кислой и щелочной среды на такие материалы, как МТА и Биодентин. Результаты показали, что в кислой среде Биодентин характеризовался менее выраженными изменениями микроструктуры по сравнению с МТА, что свидетельствует о целесообразности применения Биодентина в случаях наличия воспалительных процессов, для которых характерна более кислая среда.

Bhullar K.K. et al. (2024) выполнили оценку микроструктуры Биодентина и МТА на образцах, подвергшихся воздействию

дистиллированной воды, физиологического раствора и крови. Результаты исследования показали, что в образцах, подвергшихся контакту с кровью, Биодентин демонстрировал более высокие значения прочности на сжатие по сравнению с МТА.

В экспериментальном исследовании была оценена биологическая совместимость МТА и Биодентина в качестве корневых герметиков. Шесть собак были разделены на две группы, состояние зубов оценивали через один и три месяца наблюдения, соответственно. 36 зубов у животных были распределены на три группы: МТА, Биодентин и контрольную группу (без корневого пломбировочного материала). Была проведена эндодонтическая подготовка зубов, затем выполнены процедуры апикальной хирургии. Все образцы оценивали рентгенографически и гистопатологически на наличие воспаления и состояние костной ткани. Установлено, что в группе МТА была более высокой величина среднего показателя воспаления по сравнению с группой Биодентина через 1 месяц. У животных, состояние зубов которых оценивали через 3 месяцев различий между МТА и Биодентином не зафиксировано, средние показатели минерализации не отличались в оба срока наблюдения [Nabeel M. et al., 2024].

Cruz Hondares T. et. al. (2024) провели сравнение антибактериальной активности материалов ProRoot МТА, МТА Angelus, Biodentine, EndoSequence, NeoMTA 2 и NeoPutty. Установлено, что в тесте на диффузию агара только Biodentine продемонстрировал выраженное антибактериальное действие против *S. mutans*. В то же время все протестированные материалы проявили антибактериальную активность как против *S. mutans*, так и против *E. faecalis*, в тесте прямого контакта, при этом Biodentine обеспечил наибольшее ингибирование роста обоих микроорганизмов. По результатам исследования все материалы также показали приемлемую биосовместимость и потенциал для поддержки минерализации в экспериментальных условиях.

Еще одним материалом, часто используемым в качестве ретроградного герметика, является стеклоиономерный цемент [Кабытова,

М.В., Питерская Н.В., 2020]. Важными свойствами корневых герметиков являются прочность на сжатие, растворимость и адгезия к дентину. Любое отклонение от оптимального соотношения компонентов в процессе смешивания может негативно повлиять на эти характеристики материалов [Bortoluzzi E.A. et al., 2019; Kharouf N. et al., 2020]. Минченя О.В. и др. (2019) провели исследование, целью которого являлась оценка влияния соотношения порошка и жидкости на твердость стеклоиономерных цемента. Исследование проводили на примере СИЦ Ketac Molar Easymix. Авторы пришли к выводу, что рекомендованное производителем весовое соотношение порошка к жидкости, равное 4,5:1, может быть достигнуто только с использованием прецизионных весов. При этом твердость по Виккерсу образцов Ketac Molar Easymix, замешанных с соблюдением этого соотношения, превышает твердость образцов, смешанных иными способами. Таким образом, соблюдение весового соотношения обеспечивает большую твердость материала. В то же время анкетирование специалистов, которое являлось частью данного исследования, показало, что более 85% практикующих врачей не придерживаются инструкции производителя при замешивании СИЦ.

Цинк-оксид-эвгенольная паста, также используемая для ретроградного пломбирования, была модифицирована и использована при создании таких материалов, как IRM и SuperEBA, не содержащих в своем составе эвгенола. Были описаны потенциальные недостатки этих цемента, такие как раздражающее влияние на окружающие ткани, чувствительность к влаге, высокая растворимость и сложности в работе с ними. Кроме того, установлено, что для SuperEBA характерен недостаток, связанный с возможным образованием пузырьков воздуха, приводящих к усадке, когда для наполнения используется неточная пропорция порошка и жидкости, что может вызвать микроутечку в долгосрочной перспективе [Pinto D. et al., 2020].

Водоотверждаемый стоматологический материал Триоксидент

состоит из оксидов кальция, кремния и алюминия, получаемых при обжиге цементной смеси. При смешивании порошка с дистиллированной водой в соотношении 3:1 образуется паста, сохраняющая пластичность в течение 10–15 минут. После отверждения материал демонстрирует низкую растворимость, высокую механическую прочность, хорошую биосовместимость и герметичность, а также обеспечивает бактериостатическое действие. Все это обуславливает его эффективность при использовании в эндодонтической практике [Бердиева Р.Р., 2018; Кузьмина Е.А., Чуев В.П., 2005; Манак Т.Н., 2016].

В рамках исследования Глинкина В.В. (2021) были проанализированы отдаленные результаты лечения зубов с периапикальной патологией и поврежденной апикальной констрикцией с использованием пломбировочного материала Триоксидент. С этой целью осуществлялась оценка морфологии тканей зубов, удаленных по ортопедическим показаниям, каналы которых ранее пломбировали материалом Триоксидент. Наблюдение производили с помощью сканирующего электронного микроскопа. Результаты показали плотное прилегание материала к тканям зуба и подтвердили, что использование Триоксидента способствует регенерации цементной ткани даже в участках с выраженной резорбцией. Эти данные подчеркивают эффективность применения данного материала в контексте восстановления тканей при сложных клинических случаях.

В исследовании Козловой И.В. (2022) было выполнено сравнение физических свойств биосовместимых материалов: Минерал Триоксид Агрегат (МТА) ProRoot, Триоксидент и Canal МТА. Для достижения этой цели использовали универсальную испытательную разрывную машину фирмы «Shimadzu Europa», с помощью которой были проведены статические испытания на сжатие, что позволило определить основные механические характеристики материалов. Согласно полученным результатам Триоксидент продемонстрировал наибольшую прочность, что связано с минимальным объемом пор, а высокая плотность этого материала способствует лучшей

адгезии к твердым тканям зуба в условиях влажной среды.

Маругиной Л.Т. и Череватенко А.И. (2020) было проведено исследование краевой проницаемости различных материалов, используемых при ретроградном пломбировании. 50 удаленных однокорневых зубов были разделены на пять групп в зависимости от используемого материала: Biodentine (Septodont), BC RRM-Fast Set Putty (Endosequence), Триоксидент (Владмива), IRM (Dentsply) и Рутдент (TehnoDent). Все образцы зубов были предварительно обработаны механически и медикаментозно, затем запломбированы методом латеральной конденсации. Далее верхушки корней резецировали на 3 мм, после чего проводили ретроградное пломбирование. Затем все образцы на 48 ч помещали в раствор красителя. Анализ проницаемости красителя проводили с помощью микроскопии. Качественный анализ выявил, что не все материалы обеспечивают высокий уровень герметичности, при этом наиболее надежным оказался Biodentine (Septodont).

Бадалян К.Ю. и Зедгенидзе А.М. (2018) был проведен сравнительный анализ материалов для ретроградного пломбирования, оцененных по критериям удобства использования, степени отвердевания и герметичности в различных средах. Проводили исследование материалов ProRoot MTA (Dentsply), Biodentine (Septodont), MTA HR Repair (Angelus), BC sealer (Endosequence). Результаты показали, что не все материалы соответствуют заданным требованиям, наилучшие характеристики были установлены для ProRoot (Dentsply) и Biodentine (Septodont). Также показано, что применение унидоз позволяет обеспечить стерильность препарата, а их способность к отверждению и герметичности в условиях жидкой среды гарантирует надежную obturацию корневого канала в реальных условиях.

## **1.6. Модификации материалов, применяемых для ретроградного пломбирования**

В последние годы был проведен ряд исследований, направленных на улучшение антибактериальных свойств МТА в борьбе с *Enterococcus faecalis*, а также на оценку его эффективности в процессах регенерации костной ткани. При этом производилось добавление в материал новых компонентов [Suresh B., Ravindran V., 2024].

Показано, что минерал триоксид агрегат способствует пролиферации различных клеток, таких как остеобласты. В исследовании Lee M.Y. et al. (2024) изучалось влияние добавления наночастиц серебра и фторида кальция к МТА на жизнеспособность остеобластов мышей. Исследование показало, что наночастицы серебра снижают жизнеспособность клеток, индуцируя апоптоз, фторид в малых дозах стимулирует рост клеток, а в больших подавляет его, в связи с чем данные добавки следует использовать осторожно и дозированно.

Как отмечалось выше, бактериальная инфекция является ведущим фактором, способствующим развитию апикального периодонтита, что часто связано с осложнениями кариеса зубов, имеющими полибактериальный характер. В корневых каналах обнаруживаются различные патогенные микроорганизмы, среди которых преобладают грамотрицательные облигатно-анаэробные бактерии и микроаэрофильные стрептококки [Zhang J.L. et al., 2022; Siqueira J.F., Rôças I.N., 2022]. При проникновении бактерий в дентинные каналы образуется детрит, блокирующий латеральные анатомические ответвления и создающий условия для формирования биопленки [Bordagaray M.J. et al., 2021]. Биопленка, в свою очередь, способствует дальнейшему размножению бактерий в системе дентинных каналов, эндодонтический доступ к которым в апикальной части часто затруднен. В связи с актуальностью данной проблемы предложено использование материалов, усиленных антисептиками или



антибактериальными препаратами для усиления воздействия на микроорганизмы [Сахарук Н.А. и др., 2020; Царев В.Н. и др., 2017; Madla-Cruz E. et al., 2024; Ordinola-Zapata R. et al., 2022].

Madla-Cruz E. et al. (2024) было проведено исследование, направленное на сравнение антимикробного эффекта трех эндодонтических герметиков (АН Plus, MTA Fillapex и BioRoot RCS) с амоксициллином и без него против *E. Faecalis*. В первой группе в герметики был добавлен амоксициллин, составивший 10% от общего веса материалов. Во второй группе материалы использовали согласно инструкции. Для оценки антибактериальной активности применялся тест на прямой контакт и тест диффузии агара. Опираясь на полученные результаты, авторы сделали вывод, что добавление амоксициллина к эндодонтическим герметикам значительно усиливает их антимикробную активность против *E. Faecalis*.

В работе Gupta R. et al. (2023) авторы оценивали антимикробные и биоактивные свойства материалов, при этом было проведено исследование на 90 удаленных однокорневых зубах *in vitro*. В рамках анализа в МТА и Biodentine были добавлены 2% порошок, состоящий из комбинации ципрофлоксацина, метронидазола и доксициклина и 2% модифицированный порошок, полученный путем замены доксициклина на цефаклор. Далее формировали апикальные пробки из различных комбинаций материалов и проводили измерение высвобождения ионов кальция с использованием атомарного абсорбционного спектрофотометра в 7, 15 и 30-дневные сроки. Результаты показали, что добавление 2% комбинации антибиотиков и 2% модифицированного порошка способствовало увеличению высвобождения ионов кальция, что, в свою очередь, способствовало более быстрой апексификации зубов с незрелой верхушкой.

В исследовании Suresh B., Ravindran V. (2024) были оценены как антимикробные свойства, так и механические характеристики МТА, смешанного с различными жидкостями. Были использованы следующие варианты: в группе 1 - МТА, смешанный с дистиллированной водой; в

группе 2 – МТА с 0,12% раствором хлоргексидина; в группе 3 – МТА с 0,2% раствором хлоргексидина; и в группе 4 – МТА, смешанный с 5% раствором натрия гипохлорита. Для оценки противомикробной активности использовался метод диффузии агара с патогенными микроорганизмами, такими как *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* и *Streptococcus mutans*. Прочность материала на сжатие была измерена через 1, 3, 7 и 21 день с использованием универсальной испытательной машины Instron. Результаты показали, что МТА, смешанный с 0,2% хлоргексидином, демонстрирует наилучшие антимикробные свойства, в то же время МТА, смешанный с 0,12% хлоргексидина, продемонстрировал оптимальную долгосрочную прочность на сжатие.

Patri G. et al. (2024) также отметили антимикробные свойства МТА с добавлением 2% хлоргексидина и Biodentine, обогащенного 2% хлоргексидином.

### **Заключение по главе**

Данные литературы свидетельствуют, что сравнительная оценка характеристик пломбировочных материалов, используемых для ретроградного пломбирования, является предметом глубокого интереса как для исследователей, так и для практикующих врачей. При этом данные отечественных исследований о влиянии пломбировочного материала на результаты эндодонтического хирургического лечения достаточно скудны. В большей степени результаты исследований по различным аспектам применения этих материалов представлены в зарубежных источниках, однако доступная информация не систематизирована в должной степени и не позволяет сделать выводы, которыми могли бы руководствоваться специалисты в клинической практике. Ввиду недостаточного количества исследований и большого количества новых материалов для ретроградного пломбирования каналов корней зубов, актуальным представляется проведение всестороннего сравнительного изучения характеристик таких материалов.

## **ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **2.1 Этапы исследования**

Исследование проведено на базе НМИЦ ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ» Министерства здравоохранения Российской Федерации и в клинике «ЛЕГЕ АРТИС КЛИНИК» в период с 2022 по 2025 гг.

На 1 (лабораторном) этапе работы было проведено изучение физических характеристик материалов, используемых для ретроградного пломбирования корневых каналов зубов: герметичности и прочности.

На 2 (клиническом) этапе работы были проведены

- ретроспективный анализ долгосрочных результатов апикэктомии и ретроградного пломбирования с применением двух наиболее часто используемых в последнее десятилетие материалов для ретроградного пломбирования;
- проспективное клиническое исследование, в рамках которого было выполнено сравнение результатов резекции верхушки корня зуба с применением материалов для пломбирования, которые характеризовались различными адгезионными характеристиками по данным лабораторного этапа.

### **2.2 Лабораторное исследование**

Для изучения герметичности материалов, используемых при ретроградном пломбировании, проведено лабораторное исследование, в рамках которого оценивали их способность к обеспечению герметичности путем оценки проницаемости красителя через корневой канал зубов [Лосев Ф.Ф. и др., 2025].

### **2.2.1 Характеристика пломбировочных материалов, использованных в исследовании**

В исследовании применяли следующие материалы:

1) Dia-Root BioMTA (ДиаДент Групп Интернейшнл, Южная Корея) — пломбировочный материал для эндодонтии (РУ на мед. изделие № РЗН 2023/2113 от 19.09.2023 г.). Материал представляет собой минерал триоксид агрегат - мелкий белый порошок, который после смешивания с дистиллированной водой в соотношении 0,5 г порошка на 0,225 мл воды приобретает консистенцию пасты. Биологическая активность материала способствует заживлению соединительнотканых структур, не оказывая неблагоприятного действия на микроциркуляцию в тканях периодонта. Благодаря щелочной pH (12) материал проявляет антибактериальный эффект.

2) Триоксидент (Владмива, Россия) — стоматологический водорастворимый материал для ретроградного пломбирования и исправления дефектов корневых каналов зубов (РУ на мед. изделие № ФСР 2010/06936 от 26.12.2017 г.). Представляет собой кальций-алюмосиликатный цемент. При взаимодействии с водой материал образует пластичную массу, которая активно выделяет гидроксид кальция, обеспечивающий высокую щелочность материала (pH 12,8), постепенно затвердевает, превращаясь в ходе реакции в нерастворимый гидроалюмосиликат кальция. На протяжении нескольких десятилетий зарекомендовал себя как эффективный материал для использования при ретроградном пломбировании материал. В то же время в отдельных сообщениях по результатам долгосрочных наблюдений были выявлены изменения консистенция материала при повторной апикэктомии, что свидетельствовало о необходимости повторной оценки эффективности Триоксидента и его герметизационных свойств.

3) Biodentine (Септодонт, Франция) (РУ на мед. изделие № ФСР 2010/06936 от 24.05.2011 г.) — цемент на основе силиката кальция, разработанный как материал нового класса, усовершенствованный минерал

триоксид агрегат. Механические свойства материала сходны со свойствами зубного дентина, что позволяет служить ему заменой тканей зуба. Обладает высокой биосовместимостью, а также более удобными манипуляционными свойствами, чем ранее созданные материалы.

4) Ketac Cem (ЗМ Дойчланд ГмбХ, Германия) (РУ на мед. изделие № ФСЗ 2009/04990 от 27.05.2018 г.) — цемент для фиксации стеклоиономерный рентгеноконтрастный. Способность этого материала к адгезии к тканям зуба делает возможным его применение при ретроградном пломбировании, при этом не требуется абсолютной сухости рабочего поля. Также материал характеризуется высокой биосовместимостью, оптимальными механическими свойствами и удобством в использовании. Комплект состоит из порошка и жидкости, которые рекомендовано размешивать в соотношении 1 ложка порошка: 2 капли жидкости в течение 30 секунд.

Все использованные в работе материалы не имеют противопоказаний к использованию.

## **2.2.2 Группы исследования**

Для исследования герметичности материалов были использованы интактные зубы, общим количеством (n=36) (зубы фронтальной группы и премоляры), удаленные по причине осложнения заболеваний пародонта и по ортодонтическим показаниям (Таблица 2.1). Все образцы очищали от остатков мягких тканей и твердых зубных отложений при помощи ультразвукового наконечника и кюреты Грейси, после чего хранили в 2% растворе гентамицина при 4°C в течение 1-3 месяцев.

Зубы были разделены на 6 групп по 6 образцов в каждой: четыре группы исследования, где использовали материалы, отобранные для ретроградного пломбирования верхушки корня, а также группы положительного и отрицательного контроля. В качестве группы отрицательного контроля использовали корни полностью интактных зубов

без пломбирования, сохранивших естественную пульпу, а в качестве положительного контроля – зубы с извлеченной пульпарной тканью из каналов.

Таблица 2.1 — Экспериментальные группы для оценки герметичности исследуемых пломбировочных материалах при ретроградном пломбировании корня

№ группы	Вид материала	Количество образцов (n)
1	Триоксидент (Владмива, Россия)	6
2	Dia-Root BioMTA (Diadent, Корея)	6
3	Ketac (3M, Германия)	6
4	Biodentine (Septodonte, Франция)	6
5	Положительный контроль	6
6	Отрицательный контроль	6

### 2.2.3. Предлабораторная подготовка образцов 1-4 группы

На всех зубах карандашом были нанесены отметки на апикальной части на уровне 3 мм с целью более точного выполнения резекции. По эмалево-цементной границе спиливали коронки и к-файлами подходящих размеров удаляли пульпу.

Последовательность манипуляций при подготовке образцов к лабораторному исследованию на герметичность пломбировочного материала представлена на рисунке 2.1. Для предотвращения получения ложных результатов ввиду прямого доступа к апикальной части зубов во время подготовки образцов была создана модель, имитирующая условия в полости рта. Для этого в гипсовой модели верхней челюсти в проекции зуба 13 была сформирована полость, в которой в дальнейшем фиксировали образцы зубов, а также в проекции апикальной части корня формировали окно для выполнения через него дальнейших манипуляций. Зубы механически закрепляли в отверстии в гипсовой модели, при необходимости дополнительно фиксировали с помощью силиконовой массы. Гипсовую модель фиксировали на стоматологическом фантоме, имитирующем положение головы пациента во время вмешательства.

Резекцию апикальной части корня выполняли на уровне линии, соответствующей 3 мм под углом  $90^\circ$  к перпендикулярной оси зуба при помощи конусовидного бора, установленного на повышающем наконечнике, вращающемся с частотой 40 000 оборотов в минуту с подачей водно-воздушного охлаждения. Затем в апикальной части корня создавали полость глубиной 3 мм с помощью эндодонтических насадок на ультразвуковом аппарате.

Апикальные участки корней окрашивали метиленовым синим и промывали физиологическим раствором с целью контроля трещины корня, который осуществляли при помощи микрохирургического зеркала (Рисунок 2.1).

С целью исключения полностью сухой среды, которая не соответствует естественной среде, наблюдаемой при осуществлении оперативного вмешательства, резецированные части корней орошали при помощи шприца с дефибринированной бараньей кровью через сформированное окно.

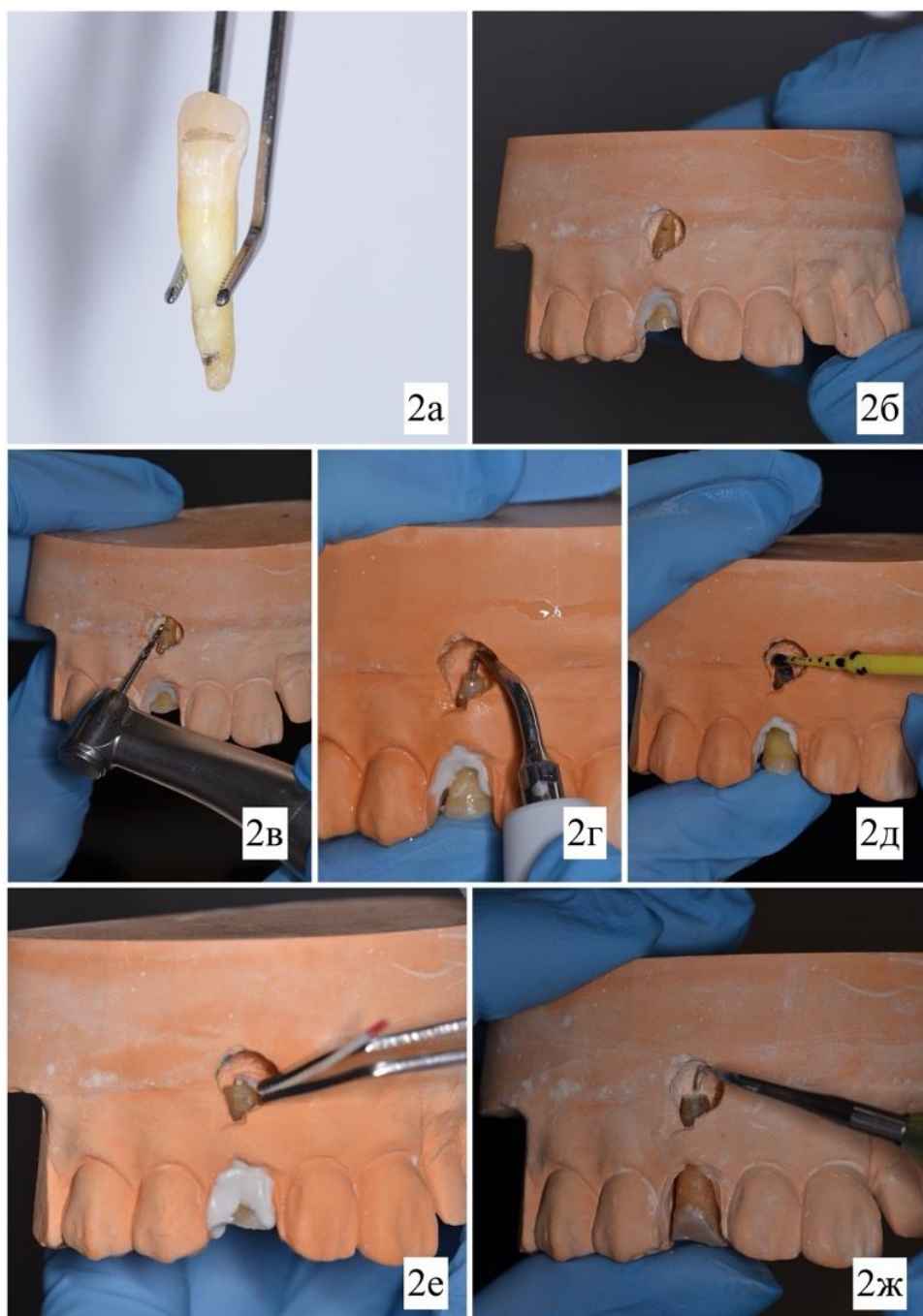


Рисунок 2.1 - Подготовка образцов к лабораторному исследованию на герметичность пломбировочного материала

Примечание: 2а – зуб с отметкой на уровне 3 мм от апикальной части, 2б – зафиксированный зуб в гипсовой модели, 2в – резекция верхушки корня по отмеченной линии, 2г – ультразвуковая обработка апикальной области, 2д – окрашивание резецированной области, 2е – высушивание апикальной полости бумажными абсорберами, 2ж – пломбирование апикальной полости

Выбор дефибринированной бараньей крови был обусловлен минимальными морфологическими различиями ее состава с человеческой кровью. На микропрепаратах визуализируется сохраненная целостность



клеточных элементов бараньей крови (Рисунок 2.2А, Б).

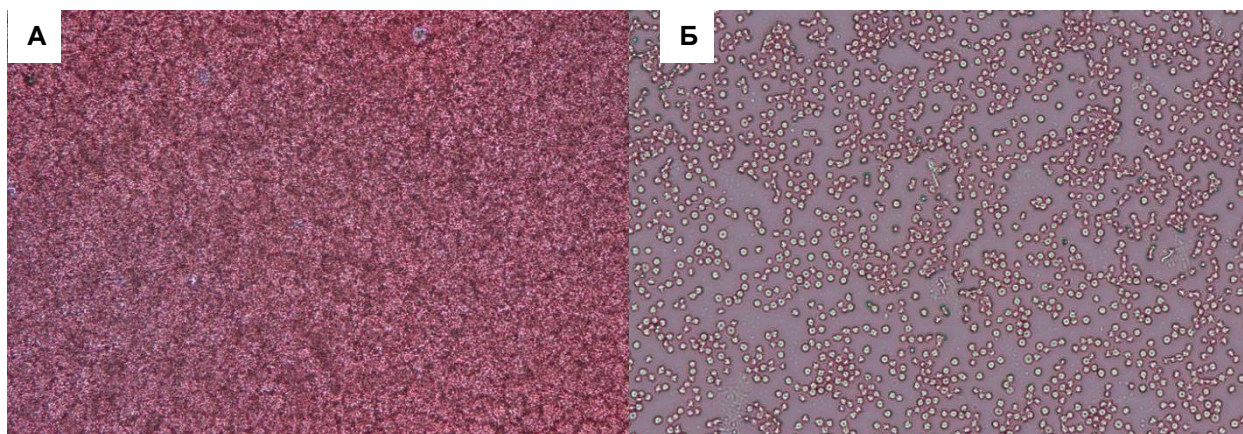


Рисунок 2.2 - Микропрепарат бараньей крови с сохраненными клеточными элементами.

Примечание: А - микропрепарат, ув.х10, Б - микропрепарат, ув. х40

Далее апикальную полость осушали бумажными абсорберами № 25.

После этого проводили ретроградное пломбирование используемыми в рамках нашего исследования материалами, которые уплотняли апикальным плаггером. Замешивание материалов выполняли в соответствии с инструкцией производителя.

После осуществления ретроградного пломбирования выполняли прицельные рентгенологические снимки всех образцов для контроля заполнения каналов. С целью повышения качества подготовки образцов, все манипуляции проводили с использованием бинокулярных луп.

Подготовленные образцы помещали в отдельные контейнеры, заполненные 2% раствором Гентамицина, и отправляли в лабораторию для дальнейшего исследования.

#### **2.2.4. Исследование свойств пломбировочных материалов**

В лабораторных условиях исследовали скорость диффузии или перемещения модельного красителя в направлении от верхушки корня зуба к коронке для оценки эффективности obturation канала с помощью

исследуемых пломбировочных материалов (Рисунок 2.3).

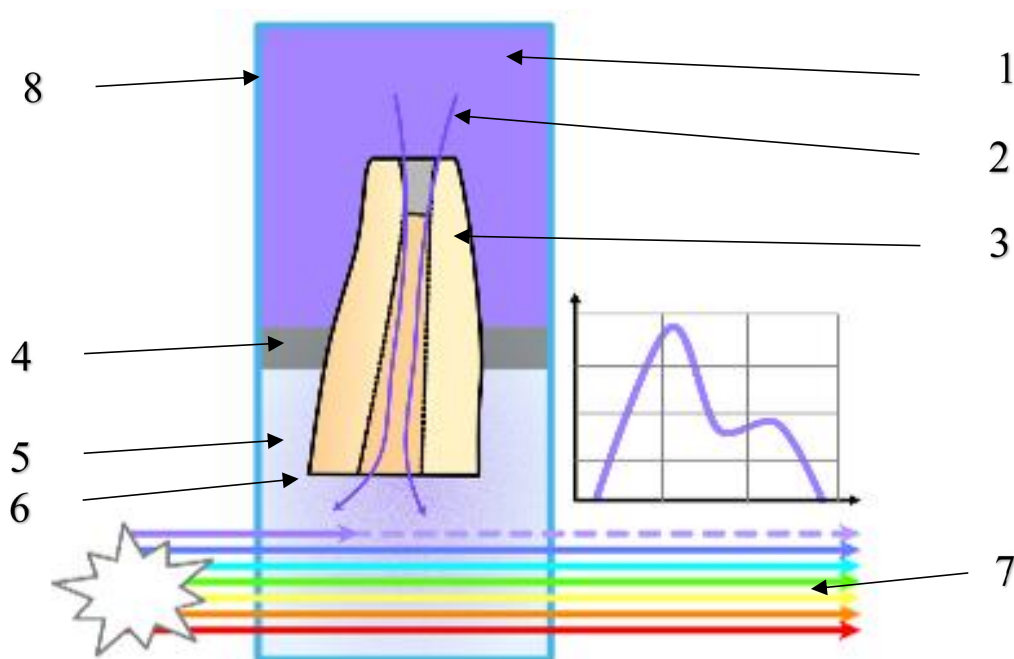


Рисунок 2.3 - Схема исследования процесса транспорта красителя.

Примечание: 1 - объем с красителем (гематоксилин), 2 - направление транспорта красителя, 3 - препарат зуба с пломбированием, 4 - изолирующий силиконовый слой, 5 - приемный объем с водой, 6 - поверхность спила, 7 - оптический путь луча спектрофотометра, 8 - оптическая кювета

В качестве модельного красителя был выбран широко используемый кислотно-основный индикатор – гематоксилин. Масса молекулы гематоксилина составляет 302.28 г/моль или 302.07903816 дальтон [<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/442514#section=Chemical-and-Physical-Properties>], что сопоставимо с характеристиками ряда экзо- и эндотоксинов бактерий.

Препарат зуба герметично фиксировали с помощью силикона в кювете, нижняя часть которой была заполнена дистиллированной водой, верхняя часть была заполнена красителем гематотоксилином.

При контакте с апикальной частью зуба, запломбированной с помощью использованных в исследовании материалов, возможно проникновение красителя в корневой канал и его диффузия через коронковый спил в

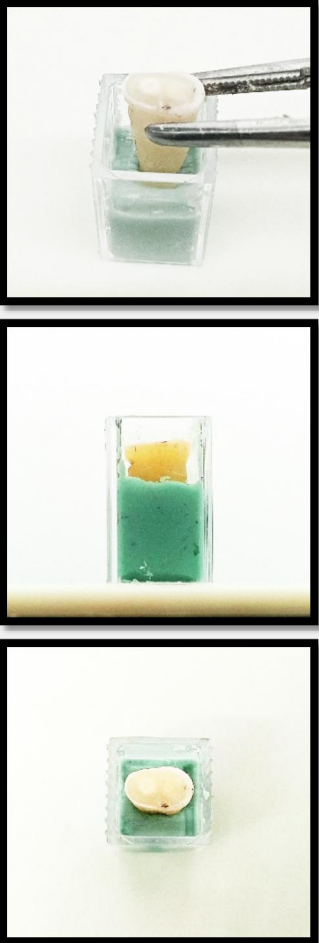
нижнюю часть кюветы, заполненную водой. В случае, когда происходила диффузия красителя в нижнюю часть кюветы, оптическая плотность, измеряемая при прохождении оптического луча спектрофотометра через оптическую кювету, изменялась.

Подготовку образцов к исследованию осуществляли по протоколу, представленному в таблице 2.2. Исследование проводили на спектрофотометре УФ-видимого диапазона Varian Cary 50 (Varian, Австралия) с обработкой входящего сигнала с помощью специализированного программного обеспечения Cary WinU V Analysis Pack Software (Varian, Австралия).

Таблица 2.2 — Протокол подготовки образца к экспериментальной оценке проницаемости корня после ретроградного пломбирования

№	Фотография	Описание этапа
1.		<p>Зуб обрабатывали 90% водным раствором этанола. Верхнюю треть коронки зуба спиливали алмазным диском при охлаждении водой.</p>
2.		<p>Готовили форму для препарата. Для этого форму повторяющую геометрию оптической ячейки заполняли на половину высоты оттисковой массой для базового слоя (Zetaplus, Zhermack, Италия). Излишки оттисковой массы срезали шпателем.</p>

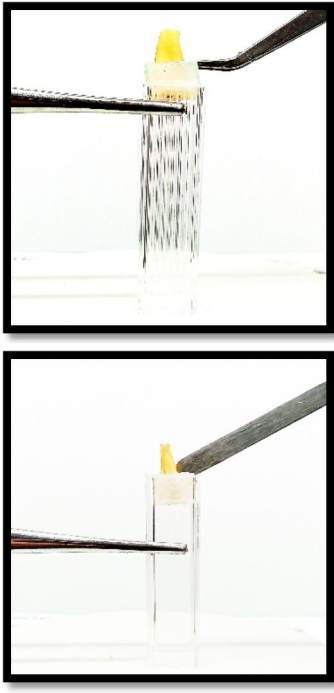

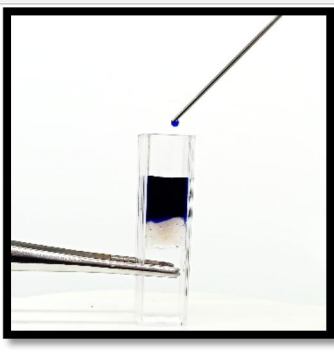

## Продолжение таблицы 2.2

3.		<p><b>Корень зуба погружали в оттискную массу таким образом, чтобы обеспечить примерно равный промежуток до стенок формы. Тонким шпателем трамбовали поверхность оттискной массы, добиваясь максимально ровной поверхности. Препарат в форме оставляли на 1 час для отверждения массы.</b></p>
4.		<p>Через отверстие в дне кюветы вокруг препарата зуба на поверхности слепочной массы шприцем с иглой 18G наносили слой твердеющего силиконового герметика на основе платины (ЕрохуMaster, КНР) толщиной примерно 3-5мм. Для застывания образец хранили в течение 2 суток при 25°C.</p>

Продолжение таблицы 2.2

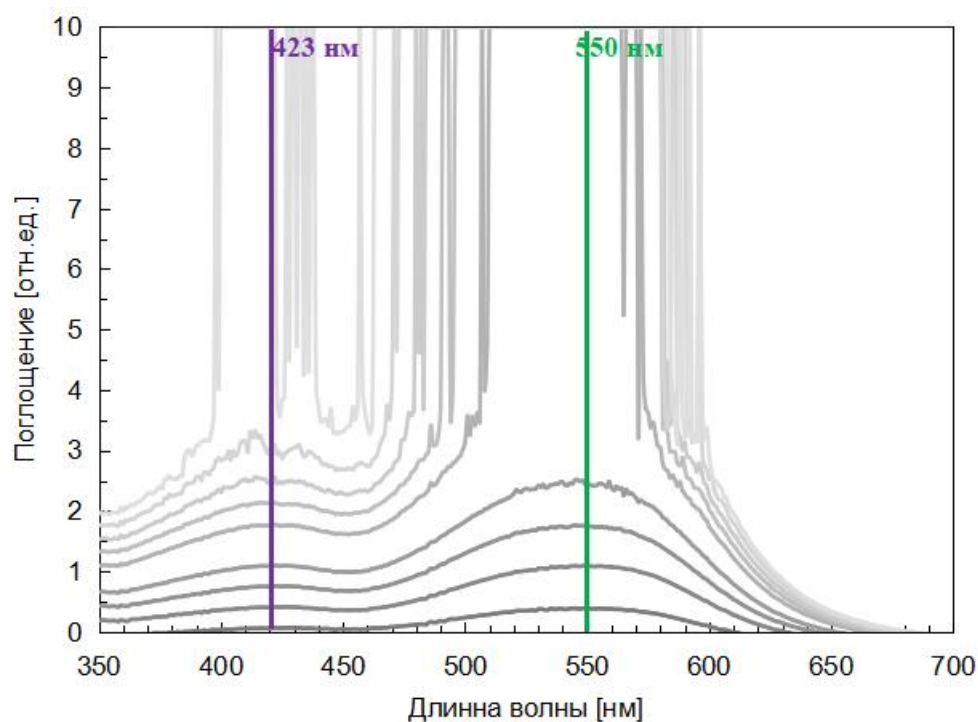
5.		<p><b>Извлекали оттискную массу, освобождая препарат.</b></p>
6.		<p>Извлекали из формы препарат зуба с сформированной силиконовой мембраной, не допуская нарушения адгезии к зубу.</p>
7.		<p>Готовили модифицированную кювету. Для этого в дне оптической кюветы сверлили отверстие диаметром 1 мм.</p>

## Продолжение таблицы 2.2

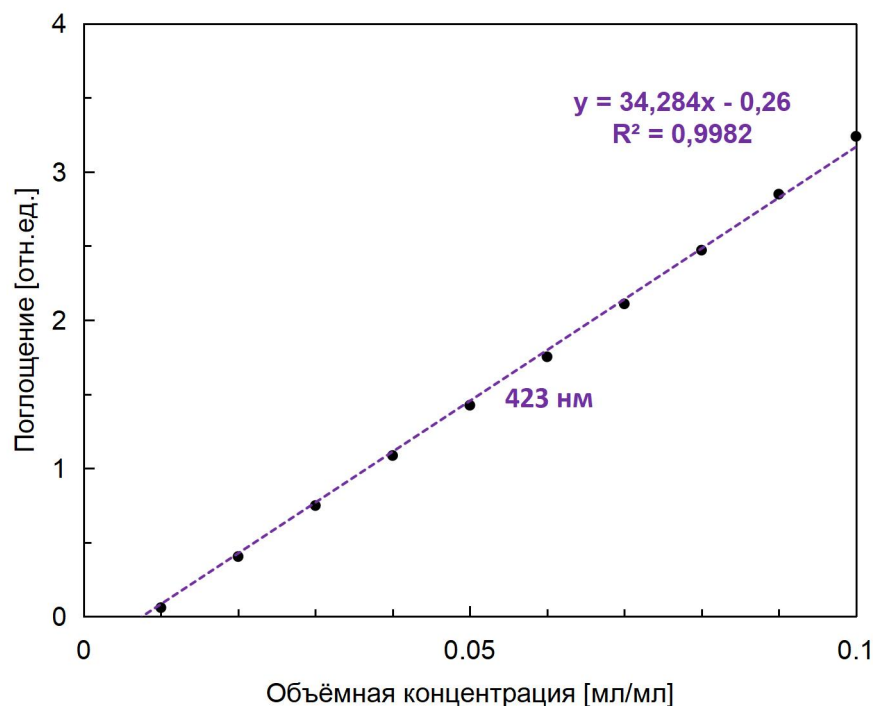
8.		<p><b>Внутрь простерилизованной 90% раствором этилового спирта модифицированной ячейки размещали препарат, таким образом, чтобы спил коронки был обращён к дну, а сам препарат находился в центре кюветы.</b></p>
9.		<p>Объём между плоскостью спила и дном кюветы заполняли дистиллированной водой, не допуская образования пузырей и герметизировали отверстие в дне кюветы с помощью парафиновой плёнки ParaFilm. Для исследования с кислой средой вместо дистиллированной воды использовали водный раствор уксусной кислоты с рН 3.</p>
10.		<p>Верхнюю часть кюветы заполняли красителем гематоксилин до края.</p>
11.		<p>Герметизировали торцы оптической кюветы парафиновой плёнкой ParaFilm.</p>



Предварительно были выбраны аналитические пики водных растворов гематоксилина в ожидаемом диапазоне поглощения в концентрациях от 0 до 0,1 мл/мл. В качестве аналитических пиков были определены пики поглощения на длинах волн 423 нм и 550 нм (Рисунок 2.4А). В качестве аналитического сигнала использовали поглощение на длине волны 423 нм, характерной для гематоксилина, поскольку это краситель обеспечивает больший диапазон измерений по сравнению с пиком на 550 нм. Оценку и калибровочный график строили для величины поглощения при длине волны 423 нм в зависимости от концентрации водного раствора гематоксилина (Рисунок 2.4Б).



**А**



### Б

Рисунок 2.4 — Зависимость степени поглощения водного раствора модельного красителя (гематоксилина) от его объёмной концентрации  
Примечание: А - спектр поглощения, Б - калибровочный график

Скорость диффузии модельного красителя оценивали по увеличению оптической плотности в нижней секции кюветы, изначально заполненной дистиллированной водой. Измерения производили каждые 24 ч в течение 31 дня. Учитывая, что при контакте с содержащими белок тканями происходило помутнение дистиллированной воды, оценку проницаемости производили по степени увеличения оптического поглощения запломбированного образца по сравнению с интактным.

Поглощение рассчитывали по формуле, описывающей линейную зависимость от объёмной концентрации модельного красителя:

$$A = \varepsilon \cdot c, \quad (2.1)$$

где  $A$  – поглощение,  $c$  – объёмная концентрация раствора красителя в воде мл/мл,  $\varepsilon$  - коэффициент поглощения.



Расчёт объема прошедшего красителя производили по формуле:

$$V = A * \varepsilon / v_k, \quad (2.2)$$

где  $V$  – объём красителя,  $A$  – поглощение, измеренное при длине волны  $\lambda = 430$  нм,  $\varepsilon$  – коэффициент поглощения,  $v_k$  – объём дистиллированной воды в ячейке.

### **2.2.5 Оценка адгезионной прочности материалов при сдвиге в соединении с твердыми тканями зуба**

Оценку адгезионной прочности стоматологических пломбировочных материалов при сдвиге в соединении с дентином зуба проводили в лаборатории материаловедения ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России. Использовали удаленные зубы, распиленные на две части в сагиттальном направлении. Половину зуба монтировали с помощью самотвердеющей пластмассы в блок, таким образом, чтобы поверхность среза зуба - рабочая поверхность для проведения испытания - была открыта и находилась на поверхности блока.

Подготовленные блоки с зубами сразу после изготовления помещали в воду при температуре  $23,0 \pm 1,0^\circ \text{C}$  и хранили в этих условиях на протяжении всего испытания. В соответствии с инструкциями производителей материалов предварительная обработка поверхности зубов не требовалась.

На поверхность зубов без видимых следов воды устанавливали восковую пластину с цилиндрическим отверстием диаметром 3 мм (рисунок 2.5). Цилиндрическое отверстие заполняли испытуемым материалом. Материал замешивали и отверждали в соответствии с инструкцией производителя. После отверждения восковую пластину аккуратно удаляли, и подготовленный образец помещали в сосуд с дистиллированной водой.

Образцы выдерживали в воде в течение 24 ч при температуре  $37,0 \pm 1,0^\circ \text{C}$  в электрическом суховоздушном термостате ТС-80М-2.

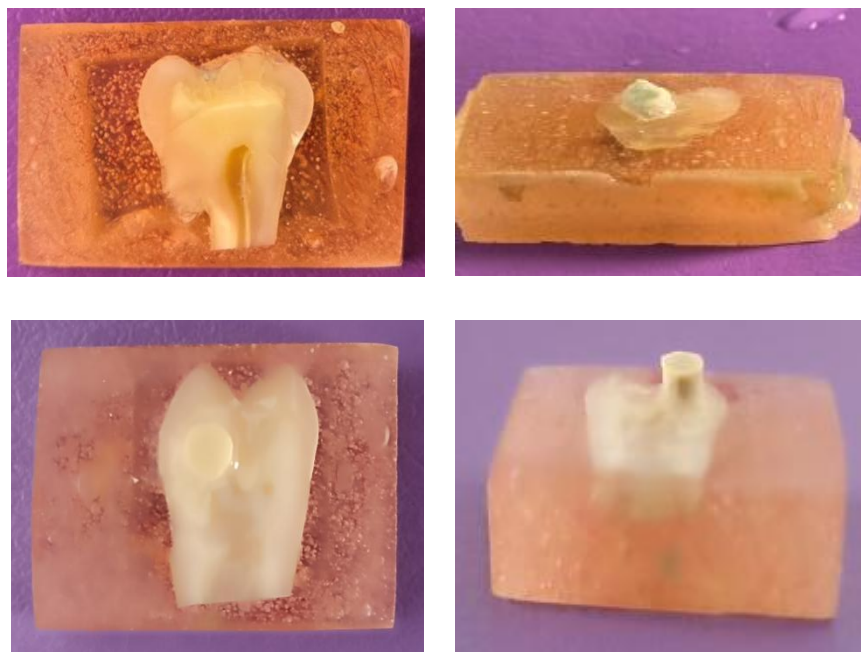


Рисунок 2.5 – Этапы подготовки к механическому испытанию по оценке адгезионных свойств исследуемых пломбировочных материалов

Измерение адгезионной прочности проводили на испытательной машине Zwick Z010 (Zwick Gmbh&Co. KG, Германия) со скоростью движения траверса 5 мм/мин с использованием программного обеспечения «testXpert» V 10.11 («ZwickRoell», Германия) (Рисунок 2.6). Измерения проводили 6 раз.



Рисунок 2.6 – Этапы испытаний на сдвиг на универсальной испытательной машине

## 2.3. Клиническое исследование

### 2.3.1 Ретроспективный анализ

В рамках клинического этапа исследования был проведен ретроспективный анализ архивных документов 248 пациентов, которым в период с 2006 по 2018 гг. была выполнена резекция и ретроградное пломбирование корней. После изучения историй болезни и диагностических снимков для дальнейшего анализа были отобраны 134 амбулаторные карты пациентов, которым осуществлялась резекция верхушки корня зуба с применением материалов для пломбирования «ProRoot MTA» и «Триоксидент». Вышеуказанный временной промежуток был выбран для оценки отдаленных результатов (5-10 лет) лечения, которую возможно было осуществить на основании представленной в базе данных информации о прошедших лечение пациентах.

Проводили анализ документов пациентов, которые соответствовали

следующим критериям:

1. Пациенты, которым была проведена апикэктомия и ретроградное пломбирование материалами «ProRoot MTA» и «Триоксидент».
2. Отсутствие признаков хронических заболеваний в стадии декомпенсации и заболеваний пародонта на момент прохождения лечения.
3. Наличие рентгенологических данных до выполнения оперативного вмешательства и не менее чем через 5 лет после его проведения.

### **2.3.2 Проспективное исследование**

В проспективном исследовании принимали участие 52 пациента (средний возраст  $46,7 \pm 20,4$  лет, от 21 года до 68 лет) с диагнозом хронический апикальный периодонтит (K04.5 по МКБ-10).

Использовали следующие **критерии включения** пациентов в исследование:

- возраст 21 год и старше;
- наличие очагов хронического апикального периодонтита у пациентов, которым было нецелесообразным проведение нехирургического эндодонтического лечения либо его процедуры не дали положительных результатов;
- значение индекса CPITN (индекс нуждаемости в лечении заболеваний пародонта)  $\leq 2$  баллов;
- подписанное информированное согласие на проведение хирургического лечения апикального периодонтита с использованием материалов Dia-Root BioMTA или Ketac Cem при осуществлении ретроградного пломбирования.

**Критерии невключения** пациентов в исследование:

- наличие признаков соматической патологии в стадии декомпенсации;

- наличие психических расстройств;
- наличие хронических заболеваний слизистой оболочки полости рта;
- значение индекса CPITN (индекс нуждаемости в лечении заболеваний пародонта) > 2 баллов.

**Критерии исключения** пациентов из исследования:

- перелом корня зуба;
- ранее выполненное хирургическое вмешательство по поводу верхушечного периодонтита;
- беременность или лактация;
- отказ от участия в исследовании.

Все пациенты были рандомизированы в две группы в зависимости от материала, использованного при выполнении ретроградного пломбирования:

- в первую группу были включены 30 пациентов, которым ретроградное пломбирование производили материалом, показавшим наименьшие адгезивные свойства по данным лабораторного исследования – Dia-Root BioMTA;
- во вторую группу были включены 22 пациента, которым ретроградное пломбирование производили с помощью материала с лучшими адгезивными свойствами по результатам лабораторного исследования – Ketac Cem.

### **2.3.3 Методы исследования**

Осмотр пациентов и сбор анамнеза осуществляли по стандартному протоколу. При первичном осмотре производили выявление жалоб, сбор анамнеза жизни и анамнеза заболевания. Проводили внешний и внутриротовой осмотры. При внешнем осмотре обращали внимание на наличие или отсутствие отека, цвет и однородность кожных покровов, наличие свищей. При внутриротовом осмотре определяли состояние

слизистой оболочки полости рта, гигиенический статус пациента, оценивали индекс CRITN, состояние слизистой оболочки и десны в области причинного зуба, определяли наличие отека тканей, свищей. Производили перкуссию причинного зуба, а также пальпацию в области десны и переходной складки.

Эффективность лечения оценивали на основании жалоб пациентов, динамики клинической картины и по результатами рентгенологического исследования.

Цифровую контактную рентгенографию осуществляли с помощью рентгенологического аппарата CS 2200 компании CARESTREAM (KODAK) с использованием позиционного датчика. Стандартизация проекционных параметров рентгенографического исследования с применением позиционера обеспечила получение воспроизводимых и сопоставимых внутриротовых рентгенограмм.

Область планируемого хирургического вмешательства определяли индивидуально, учитывая размеры патологического очага и анатомические особенности апикальной области.

Динамику восстановления тканей периапикальной области контролировали с помощью внутриротовых рентгенограмм до вмешательства, через 3, 6 и 12 месяцев после начала лечения, с использованием периапикального индекса (PAI) [Orstavik et al., 1986], который оценивается в баллах следующим образом:

- 1 – нормальный апикальный периодонт;
- 2 – небольшие изменения структуры кости;
- 3 – изменения структуры кости с потерей минерализации;
- 4 – четко отграниченный дефект кости;
- 5 – большой дефект с признаками обострения.

Все полученные данные вносили в электронную таблицу для последующего статистического анализа.

#### 2.3.4 Методы лечения

Хирургическое лечение проводили всем пациентам по стандартной методике до выполнения ретроградного пломбирования. Все процедуры были выполнены одним оператором с использованием хирургического микроскопа или бинокулярных луп.

Под инфильтрационной анестезией Sol. Articaini с концентрацией эпинефрина 1:100000, располагая лезвие №15С перпендикулярно слизистой, производили парамаргинальный разрез. Далее тонким распатором выполняли отслаивание слизистой-надкостничного лоскута. При помощи шаровидного бора, установленного на прямой хирургический наконечник на физиодиспенсер, производили остеотомию под обильной ирригацией холодным физиологическим раствором. Мини-кюретой Грейси выполняли вылушивание апикальных грануляций. Резекцию верхушки корня производили на 3 мм под углом 90° к перпендикулярной оси зуба.

Для исключения трещин корня производили окрашивание резецированного корня раствором метиленового синего, после чего при помощи эндодонтических насадок на ультразвуковой аппарат создавали полость в апикальной части зуба глубиной 3 мм.

Гемостаз осуществляли при использовании стерильных салфеток, пропитанных раствором адреналина, после чего корневой канал тщательно осушали бумажными абсорберами №25.

В зависимости от группы исследования производили ретроградное пломбирование одним из вышеуказанных материалов. Материал тщательно утрамбовывали в апикальной полости с помощью апикального плаггера. Хирургическое поле очищали от излишков пломбировочного материала, производили антисептическую обработку раствором Хлогексидина биглюконата 0,05%, укладывали лоскут на место, и ушивали рану без натяжения шовным материалом Prolene 6-0.

Контрольные осмотры пациентов проводили спустя 10 дней, 3, 6 и 12

месяцев после вмешательства.

## 2.4 Статистический анализ данных

Статистический анализ полученных данных осуществляли при помощи пакета программ «Statistica for Windows 10.0» (StatSoft® Inc., США).

Использовали методы описательной статистики и ряд непараметрических критериев для проверки значимости различий показателей в разных группах исследования. Для показателей, характеризующих качественные признаки, указывали абсолютное число и относительную величину в процентах. Количественные показатели представляли в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее значение, а  $m$  – ошибка среднего, а также в виде  $Me$  (25%Q – 75%Q), где  $Me$  – медианное значение показателя, а (25%Q – 75%Q).

Распределение значений показателей оценивали при помощи критерия Колмогорова-Смирнова. Поскольку закон распределения большинства количественных показателей отличался от нормального, значимость различий оценивали при помощи непараметрических критериев. Анализ различий в независимых выборках проводили с помощью U-критерия Манна-Уитни. Различия качественных признаков анализировали при помощи критерия  $\chi^2$ .

Достоверность различий подтверждалась в случае недостижения  $p$  порогового уровня статистической значимости нулевой гипотезы 0,05.



## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1. Результаты лабораторных исследований

#### 3.1.1 Характеристика материалов, использованных для ретроградного пломбирования

Лабораторные исследования показали, что пломбировочные материалы, которые были использованы в исследовании, обладают различными физико-механическими свойствами, рентгеноконтрастностью, способностью к герметизации и возможностью использования во влажной среде ротовой полости. Как видно из таблицы 3.1, время отверждения было минимальным в группе Ketac Cem Easymix -  $3,2 \pm 1,2$  мин, в группах Dia-Root BioMTA, Biodentine и Триоксидент значения данного параметра были статистически значимо выше ( $p < 0,05$ ), составив соответственно  $17,4 \pm 4,5$ ;  $11,2 \pm 3,0$ ;  $12,5 \pm 2,4$  мин.

Таблица 3.1 – Физико-химические характеристики пломбировочных материалов

Показатели	Ketac Cem Easymix	Dia-Root Bio MTA	Biodentine	Триоксидент
Время отверждения, мин, $M \pm m$	$3,2 \pm 1,2$	$17,4 \pm 4,5^*$	$11,2 \pm 3,0^*$	$12,5 \pm 2,4^*$
Время окончательного затвердевания, ч, $M \pm m$	$0,17 \pm 0,07$	$6,2 \pm 0,4^*$	$48,3 \pm 5,7^{* \#}$	$24,5 \pm 2,8^{* \#}$
Возможность применения во влажной среде	$\pm$	+	+	+

Примечание: \* - различия статистически значимы (при  $p < 0,05$ ) по сравнению с показателем в группе Ketac Cem Easymix; # - различия статистически значимы (при  $p < 0,05$ ) по сравнению с показателем в группе Ketac Cem Easymix

Время окончательного затвердевания также было минимальным в

группе Ketac Cem Easymix и составило  $0,17 \pm 0,07$  ч, тогда как в группе Dia-Root BioMTA величина этого параметра составила  $6,2 \pm 0,4$  ч и была достоверно выше ( $p < 0,05$ ) таковой в группе Ketac Cem Easymix, но при этом ниже ( $p < 0,05$ ) значений в группах Biodentine и Триоксидент, соответственно  $48,3 \pm 5,7$  и  $24,5 \pm 2,8$  ч.

Таким образом, результаты изучения физико-химических характеристик пломбировочных материалов показали, что Ketac Cem Easymix характеризуется наиболее быстрым окончательным временем затвердевания, что является значительным преимуществом в использовании этого материала при ретроградном пломбировании. В то же время, Biodentine обладает максимальной продолжительностью затвердевания, что потенциально может способствовать возникновению микроподтеканий в начальный период до полного отверждения материала.

Все рассмотренные материалы могут быть использованы во влажной среде, что является критически важным свойством при хирургического лечения периодонтита, учитывая невозможность создания абсолютно сухого операционного поля, однако Ketac Cem Easymix обладает несколько меньшей по сравнению с другими материалами влагоустойчивостью.

Рабочие характеристики материалов оценивали по результатам опроса 5 врачей стоматологов на основании клинического опыта их применения. Результаты опроса по 4 характеристикам по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) представлены в таблице 3.2.

Материал Ketac Cem Easymix получил менее высокую по сравнению с другими материалами оценку ввиду относительно низкой рентгеноконтрастности. Более низкая оценка материала Biodentine была, по-видимому, обусловлена необходимостью использования дополнительного оборудования для замешивания. Наиболее удобным с точки зрения рабочих свойств признан Dia-Root BioMTA, что обусловлено удобством при замешивании, внесении и уплотнении материала в канале, а также отличной рентгеноконтрастностью.

Таблица 3.2 – Результаты оценки удобства применения пломбировочных материалов специалистами (n=5) по 10-балльной визуально-аналоговой шкале,  $M \pm m$ , баллы

Характеристики	Dia-Root Bio MTA	Ketac Cem Easymix	Biodentine	Триоксидент
Пакуемость	7,4 $\pm$ 1,2	5,2 $\pm$ 0,6	6,0 $\pm$ 1,5	7,2 $\pm$ 2,1
Удобство подготовки материала к использованию	5,6 $\pm$ 0,8	4,7 $\pm$ 1,0	5,8 $\pm$ 1,3	6,1 $\pm$ 0,9
Удобство внесения	7,3 $\pm$ 1,1	4,3 $\pm$ 0,7	4,3 $\pm$ 0,3	6,0 $\pm$ 1,1
Рентгеноконтрастность	8,6 $\pm$ 1,5	6,1 $\pm$ 1,1	7,9 $\pm$ 1,2	7,4 $\pm$ 0,8
Суммарный балл	28,9	20,3	24,0	26,7

### 3.1.2. Результаты исследования герметичности апикальной пломбы

Установлено, что на всех образцах на всём протяжении наблюдения отсутствовали признаки неконтролируемого переноса гематоксилина через герметизирующий слой, что свидетельствовало об успешной герметизации пломбы от жидкости (Рисунок 3.1).

Визуально в течение всего периода наблюдения отсутствовали признаки проникновения красителя как в образце отрицательного контроля, так и в запломбированных препаратах зубов. При этом в препарате положительного контроля максимальная детектируемая концентрация в приёмном объёме препарата была достигнута в течении 1 суток.

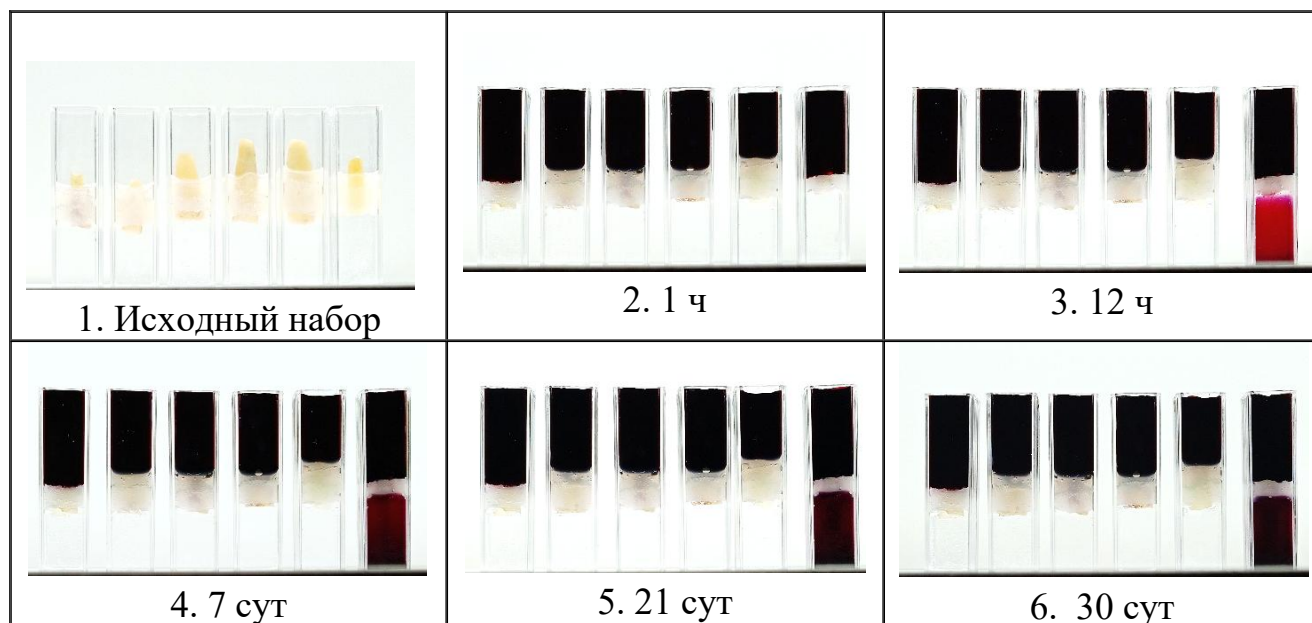


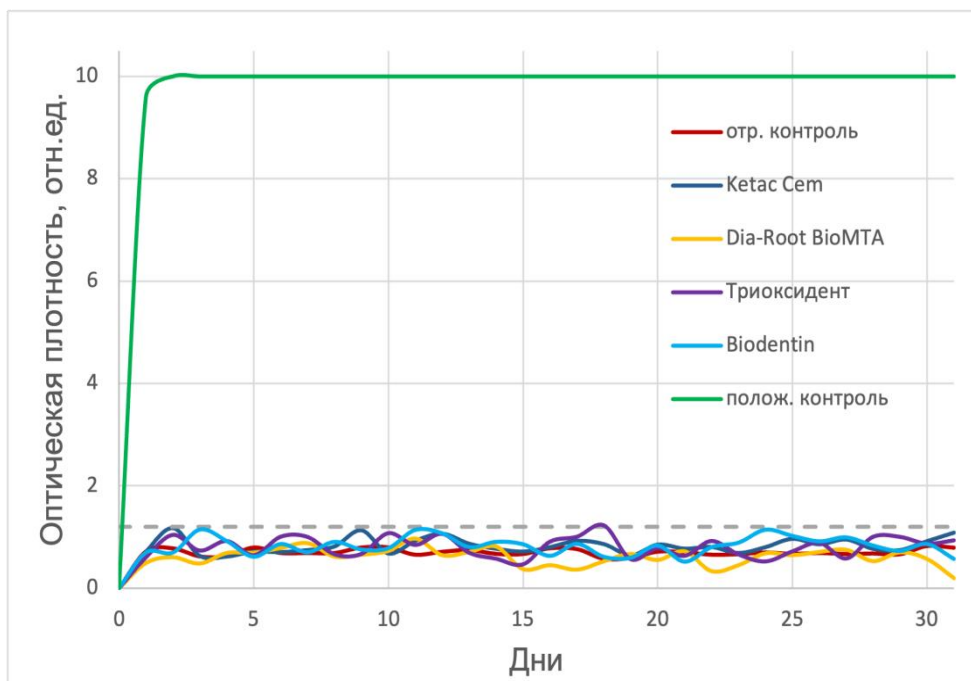
Рисунок 3.1 — Серии образцов: 1 - интактный зуб (отрицательный контроль), 2 - Biodentine, 3 - Ketac, 4 - Триоксидент, 5 - Dia-Root BioMTA, 6 - депульпированный образец (положительный контроль)

Данные спектрофотометрии также свидетельствовали о том, что в течение всего периода эксперимента краситель не проникал сквозь ткань зуба, вне зависимости от материала. В течение 30 суток как для нейтральной ( $\text{pH} = 7,0$ ), так и для подкисленной ( $\text{pH} = 3,0$ ) модельной среды не было обнаружено различий характеристик проницаемости пломб (рисунок 3.2 А и 3.2 Б соответственно). Это свидетельствует о хорошей кратковременной устойчивости ретроградного пломбирования к воздействию естественной и кислой среды.

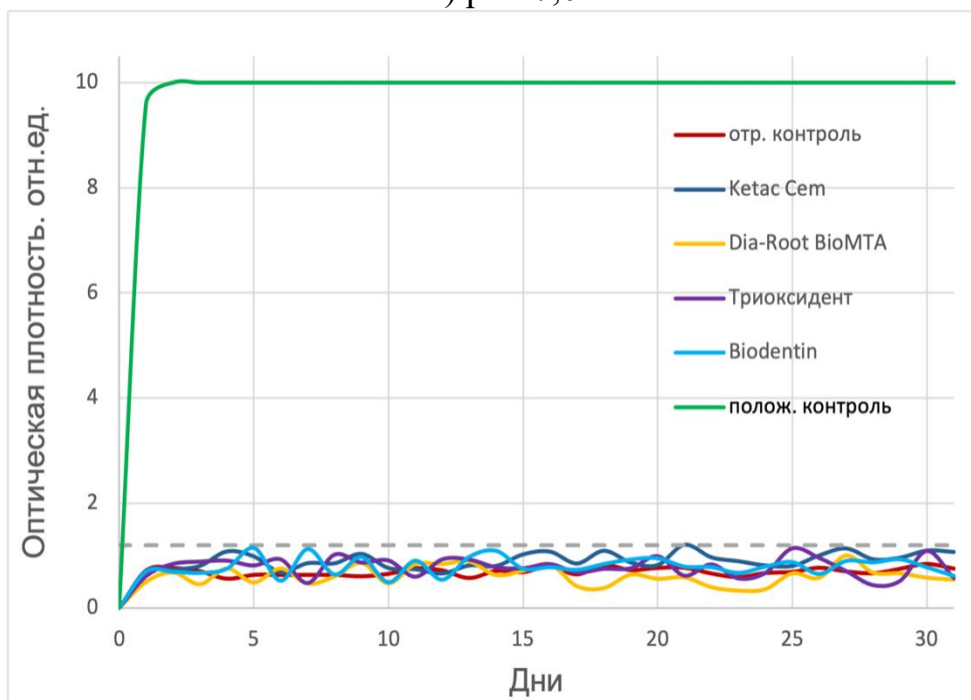
Несмотря на отсутствие проникновения красителя жидкость внизу кюветы заметно опалесцировала по сравнению с дистиллированной водой в связи с высвобождением фракций различных веществ с поверхности корня, о чем свидетельствовало наличие некоторых отклонений величин оптического поглощения растворов.

Независимо от кислотности окрашивающей среды и времени нахождения образца в измерительной кювете на участках прилегания пломбировочных материалов признаки окрашивания гематоксилином отсутствовали, в то же время препарированный канал

положительного контроля имел явно выраженную окраску на всей протяженности от корневого до коронкового спила.



А) pH=7,0



Б) pH=3,0

Рисунок 3.2 — Динамика оптической плотности принимающего раствора в кювете при pH = 7.0 (А) и pH = 3.0 (Б) при  $\lambda_{\text{поглощения}} = 423 \text{ нм}$

Эти результаты также подтверждаются контрольным анализом шлифов в продольном сечении корневых каналов, сделанных после эксперимента по оценке проницаемости, характерное изображение которых приведено на изображениях (Рисунок 3.3).

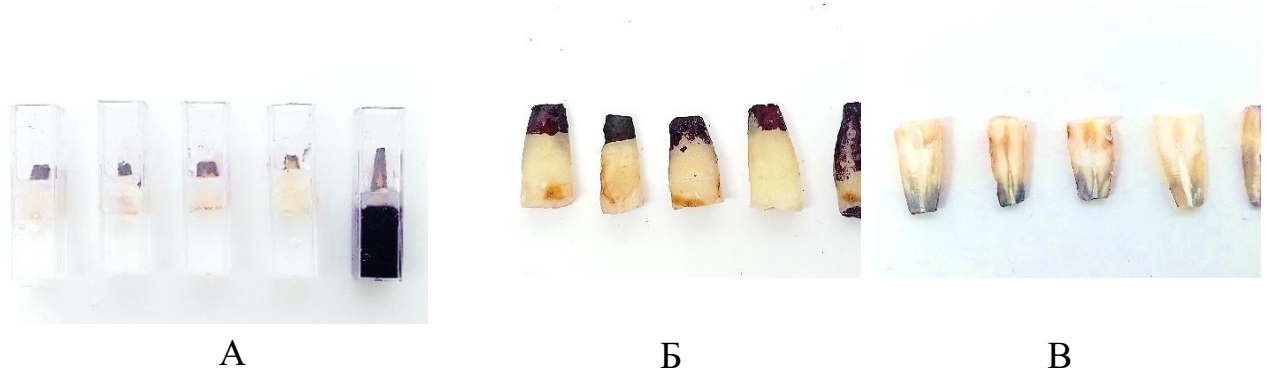


Рисунок 3.3 - Продольные спилы вдоль корневого канала

Примечания: А - декантированная измерительная ячейка, Б - образцы,

В - шлифованная по сечению канала поверхность образца

Интактный зуб (отрицательный контроль), Biodentine, Ketac, Триоксидент, - Dia-Root. BioMTA, образец с очищенным каналом (положительный контроль) на 30 сутки эксперимента

Полученные данные были подтверждены результатами контрольного анализа шлифов в продольном сечении корневых каналов, выполненных после эксперимента по оценке проницаемости (Рисунок 3.4).

71

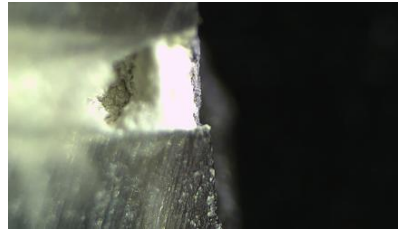
×5

×20

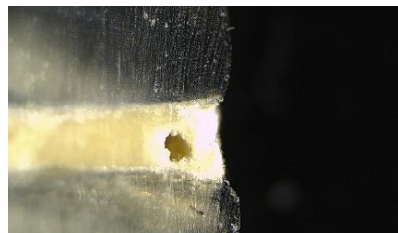
**Интактный зуб  
(отрицательный  
контроль)**



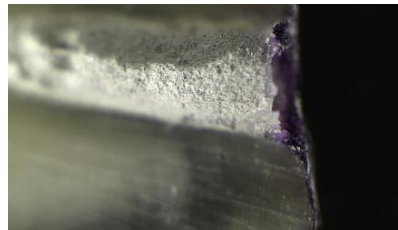
**Триоксидент**



**Ketac Cem**



**Biodentine**



**Dia-Root BioMTA**



**Депульпированный  
образец  
(положительный  
контроль)**

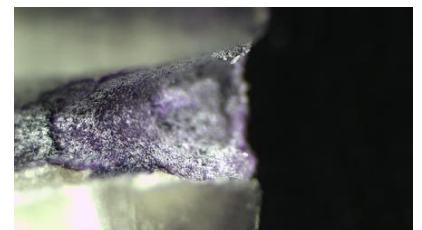
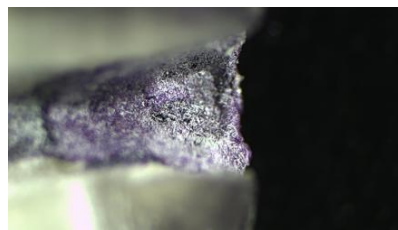


Рисунок 3.4 – Вид продольных срезов апикальных частей корня: интактный зуб (отрицательный контроль), Biodentine, Ketac Cem, Триоксидент, Dia-Root BioMTA, образец с очищенным каналом (положительный контроль) на 30 сутки эксперимента; ув.х5, х20



### 3.1.3. Результаты оценки адгезионной прочности материалов

Сравнительная оценка адгезионной прочности исследуемых материалов при сдвиге показала, что адгезионная прочность стеклоиономерного цемента «Ketac Cem Easymix» была максимальной и составила  $5,4 \pm 1,5$  МПа. Величина этого показателя статистически значимо превышала соответствующие уровни адгезионной прочности остальных материалов ( $p < 0,05$ ).

Материал «Dia-Root BioMTA» продемонстрировал минимальную прочность на сдвиг, приближенную к 0 (Рисунок 3.5).

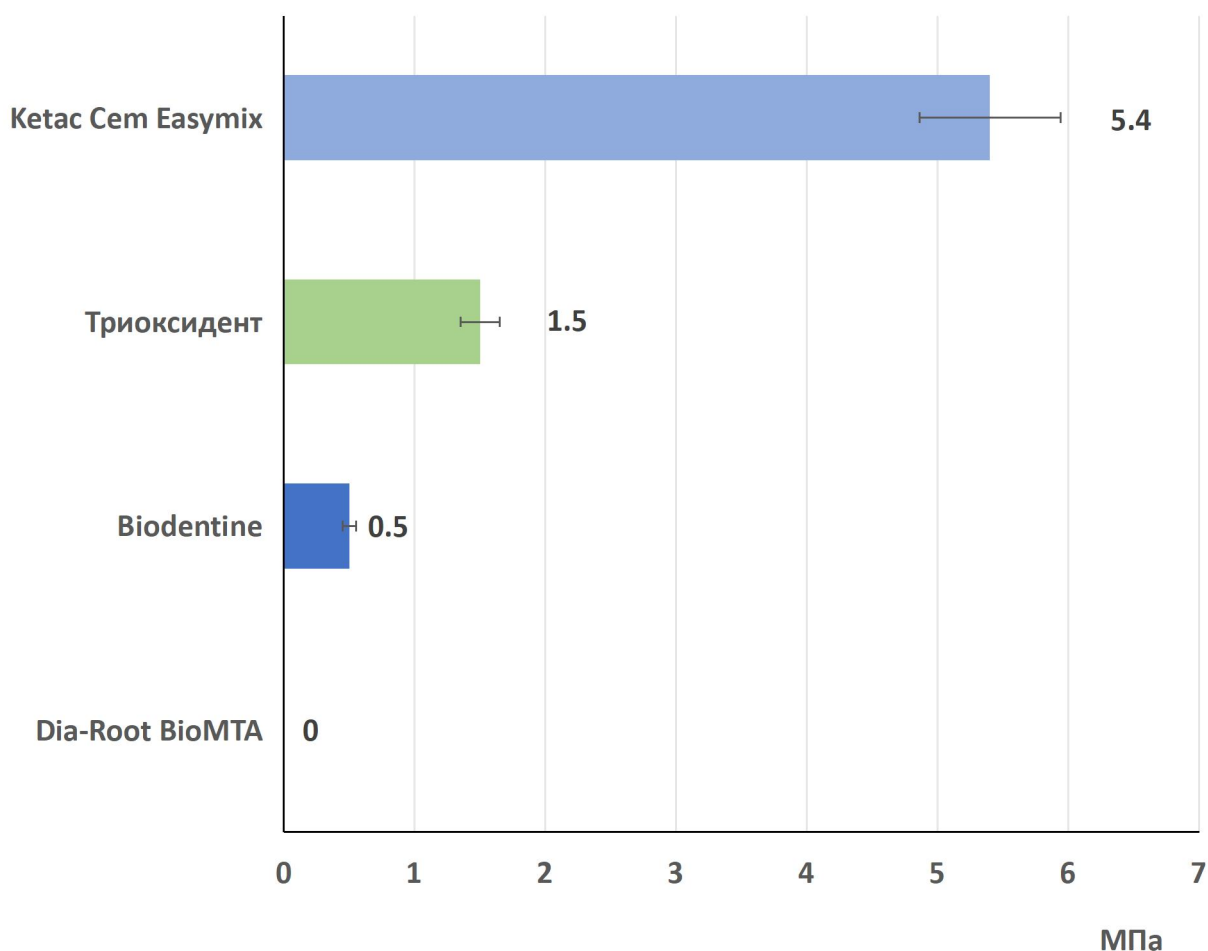


Рисунок 3.5 – Величина адгезионной прочности пломбировочных материалов

Значения этого показателя для материалов «Триоксидент» и «Biodentine» были на промежуточном уровне, составив соответственно



$1,5 \pm 0,2$  МПа и  $0,5 \pm 0,1$  МПа.

Полученные данные свидетельствовали о более высокой прочности соединения стеклоиономерного цемента с твердыми тканями зуба по сравнению с МТА, кальций-силикатными и кальций-алюмосиликатными цементами.

### **3.2 Ретроспективный анализ эффективности хирургического лечения хронического апикального периодонтита**

#### **3.2.1 Характеристика пациентов, включенных в ретроспективное исследование**

Для проведения данного исследования были проанализированы 134 архивные карты пациентов, проходивших лечение с 2006 по 2018 гг. на базе отделения клинической и экспериментальной имплантологии ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России и частной клинической практики. Этим пациентам была выполнена резекция верхушки корня с ретроградным пломбированием по причине хронического апикального периодонтита. Представлены данные ретроспективного анализа эффективности проведенного лечения с использованием двух пломбировочных материалов ProRoot МТА и Триоксидент с периодом наблюдения от 5 до 10 лет. Пациенты были включены в 2 группы: в группе «Триоксидент» было 63 человека, в том числе 28 (44,4 %) мужчин и 35 (55,6%) женщин), в группе «ProRoot МТА» - 71 пациент, в том числе 26 (36,6%) мужчин и 45 (63,4%) женщин.

Средний возраст пациентов составил в группе «Триоксидент»  $38 \pm 10$  лет, в группе «ProRoot МТА» -  $39 \pm 11$  лет. Статистически значимых межгрупповых различий по половозрастным показателям выявлено не было.

Количество зубов составило в группе «Триоксидент» - 78, в группе «ProRoot МТА» - 84.

### 3.2.2 Результаты предоперационного обследования пациентов

Анализ наличия декомпенсированных общесоматических заболеваний показал, что ни у кого из пациентов, включенных в исследование таких состояний выявлено не было, что свидетельствовало об общем удовлетворительном состоянии здоровья пациентов, что позволило исключить влияние наличия системной патологии на результаты обследования и лечения.

Анализ локализации зубов показал, что в обеих группах большинство зубов располагались на верхней челюсти (ВЧ). В группе «Триоксидент» на ВЧ было 27 (34,6%) зубов фронтальной группы и 29 (37,2%) зубов жевательной группы, в группе «ProRoot МТА» - 24 (28,6%) зуба фронтальной группы и 32 (38,1%) зубов жевательной группы (таблица 3.3).

На нижней челюсти (НЧ) пациентов группы «Триоксидент» было 8 (10,3%) зубов фронтальной группы и 14 (17,9%) зубов жевательной группы, в группе «ProRoot МТА» - 9 (10,7%) зубов фронтальной группы и 19 (22,6%) - жевательной группы. При этом статистически значимых межгрупповых различий по локализации зубов у пациентов ретроспективных групп выявлено не было.

Таблица 3.3 - Распределение зубов по локализации

Локализация зубов	Группы зубов	Триоксидент (n=78)		ProRoot МТА (n=84)		p
		Абс.	%	Абс.	%	
Верхняя челюсть	Фронтальная группа	27	34,6	24	28,6	0,408
	Жевательная группа	29	37,2	32	38,1	0,820
Нижняя челюсть	Фронтальная группа	8	10,3	9	10,7	0,942
	Жевательная группа	14	17,9	19	22,6	0,461

Таким образом, полученные данные демонстрируют сбалансированное

распределение пациентов и зубов по основным демографическим и клиническим характеристикам, что обусловило сопоставимость результатов последующего анализа эффективности апикальной хирургии с применением материалов Триоксидент и ProRoot МТА.

В таблице 3.4 представлены характеристики выполненных реставраций зубов. Как видно, в большинстве случаев «причинные» зубы были восстановлены композитной реставрацией - у 38 пациентов (60,3%) в группе Триоксидент, несколько реже - у 36 пациентов (50,7%) в группе ProRoot МТА. Восстановление зубов одиночными коронками было осуществлено в 20 случаях (31,8%) в группе Триоксидент и 28 пациентам (39,4%) в группе ProRoot МТА. Реже всего использовались мостовидные конструкции, в 5 (7,9%) и 7 (9,9%) случаях соответственно в группах Триоксидент и ProRoot МТА. При этом статистически значимых межгрупповых различий по вышеперечисленным показателям отмечено не было.

Таблица 3.4 - Типы реставраций, выполненных пациентам, включенным в исследование (расчет на количество пациентов, n=134)

Типы реставрации	Триоксидент (n=63)		ProRoot МТА (n=71)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
Композитная реставрация	38	60,3	36	50,7	0,265
Одиночная коронка	20	31,8	28	39,4	0,355
Мостовидная конструкция	5	7,9	7	9,9	0,524

Анализ частоты использования различных типов реставраций при расчете на количество зубов также показал, что в большинстве случаев «причинные» зубы были восстановлены композитной реставрацией - в 43 случаях (55,1%) в группе Триоксидент и на 42 зубах (50,0%) в группе ProRoot МТА (таблица 3.5).

Одиночными коронками было восстановлено 30 зубов (38,5%) в группе Триоксидент и 35 зубов (41,7%) в группе ProRoot МТА. Мостовидные

конструкции были применены в 5 (6,4%) и 7 (8,3%) случаях соответственно в группах Триоксидент и ProRoot MTA. Сравнение не выявило достоверных различий применения различных вариантов реставраций при расчете на количество зубов.

Таблица 3.5 - Типы реставраций, выполненных пациентам, включенным в исследование (расчет на количество зубов, n=162)

Типы реставрации	Триоксидент (n=78)		ProRoot MTA (n=84)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
Композитная реставрация	43	55,1	42	50,0	0,769
Одиночная коронка	30	38,5	35	41,7	0,552
Мостовидная конструкция	5	6,4	7	8,3	0,621

Наличие металлических вкладок или штифтов при различных типах реставраций было отмечено у 40 пациентов, частота их использования при различных типах реставрации представлено в таблице 3.6.

Таблица 3.6 - Наличие штифтов, вкладок внутри корневого канала в зависимости от типа реставраций (расчет на количество пациентов, n=40)

Типы реставрации	Триоксидент (n=18)		ProRoot MTA (n=22)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
При композитных реставрациях	5	27,8	6	27,3	0,972
При одиночных коронках	12	66,7	14	63,6	0,843
При мостовидных конструкциях	1	5,5	2	9,1	0,498

Среди них в группе Триоксидент было 5 пациентов (27,8%) с внутриканальными конструкциями, восстановленными композитом, в группе ProRoot MTA - 6 человек (27,3%). При одиночных коронках вкладки или штифты были выявлены у 12 (66,7%) и 14 (63,6%) пациентов в группах

Триоксидент и ProRoot МТА соответственно. Наличие вкладок или штифтов при мостовидных протезах отмечено в одном случае (5,5%) в группе Триоксидент и в 2 случаях (9,1%) в группе ProRoot МТА. Статистически значимых межгрупповых различий по частоте наличия штифтов или вкладок внутрикорневого канала отмечено не было ( $p>0,05$ ).

Результаты расчета количества металлических вкладок или штифтов на количество зубов ( $n=49$ ) представлены в таблице 3.7. При этом в группе Триоксидент было 6 таких зубов (26,1%) с внутриканальными конструкциями, восстановленными композитом, в группе ProRoot МТА - 6 случаев (23,1%). При одиночных коронках вкладки или штифты были выявлены в 15 (65,2%) и 16 (61,5%) зубах в группах Триоксидент и ProRoot МТА соответственно.

Наличие вкладок или штифтов при мостовидных протезах отмечено в 2 зубах (8,7%) в группе Триоксидент и в 4 случаях (15,4%) в группе ProRoot МТА. Не отмечено достоверных различий в группах исследования по частоте наличия штифтов или вкладок внутрикорневого канала ( $p>0,05$ ).

Таблица 3.7 - Наличие штифтов, вкладок внутри корневого канала в зависимости от типа реставраций (расчет на количество зубов,  $n=49$ )

Типы реставрации	Триоксидент ( $n=23$ )		ProRoot МТА ( $n=26$ )		p
	Абс.	%	Абс.	%	
При композитных реставрациях	6	26,1	6	23,1	0,592
При одиночных коронках	15	65,2	16	61,5	0,678
При мостовидных конструкциях	2	8,7	4	15,4	0,476

Вышеприведенные данные свидетельствуют о гомогенности исследуемой выборки по отсутствию серьёзных соматических патологий наряду с разнообразием имеющихся реставраций, что позволяет оценить

эффективность апикальных вмешательств в отношении клинических исходных данных в рамках ретроспективного анализа.

### 3.2.3 Динамика клинико-рентгенологических показателей после хирургического лечения апикального периодонтита

Результаты хирургического лечения апикального периодонтита были оценены спустя 12 месяцев, 3 года, 5 и 10 лет после вмешательства. При этом было проанализировано состояние 162 зубов (100%) до хирургического лечения и в отдаленном периоде после выполненного вмешательства с целью оценки их функционального состояния с использованием периапикального индекса PAI по Orstavik (1986) по 5-балльной шкале.

Как видно из таблицы 3.8, до оперативного вмешательства при оценке большинства зубов был зафиксирован индекс, равный 4-5 баллам. Так, в группе Триоксидент в 36 случаях (46,2%) был зафиксирован индекс PAI на уровне 5 баллов, в группе ProRoot MTA - в 37 случаях (44,1%). Величина PAI на уровне 4 баллов была выявлена при оценке 37 зубов (47,4%) в группе Триоксидент и в 40 случаях (47,6%) в группе ProRoot MTA. Минимальной была доля зубов с оценкой 3 балла - в 5 случаях (6,4%) в группе Триоксидент и 7 зубов (8,3%) в группе ProRoot MTA. Статистически значимых межгрупповых различий при оценке состояния зубов по индексу PAI до хирургического лечения выявлено не было ( $p>0,05$ ).

Таблица 3.8 - Оценка состояния зубов до лечения, PAI по Orstavik, баллы

Уровни оценки, баллы	Триоксидент (n=78)		ProRoot MTA (n=84)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
3	5	6,4	7	8,3	0,643
4	37	47,4	40	47,6	0,978
5	36	46,2	37	44,1	0,897

Через 1 год после выполненного вмешательства при оценке

большинства зубов был зафиксирован индекс, равный 1 баллу: в группе Триоксидент в 76 случаях (96,1%), в группе ProRoot МТА - в 79 случаях (94,4%) (таблица 3.9). Остальные оценки - 2, 3, 4 балла были зарегистрированы в единичных случаях в обеих группах. При этом достоверных различий по вышеперечисленным показателям не зарегистрировано ( $p>0,05$ ).

Таблица 3.9 - Оценка состояния зубов через 12 месяцев после лечения, PAI по Orstavik, баллы

Уровни оценки, баллы	Триоксидент (n=78)		ProRoot МТА (n=84)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
1	75	96,1	79	94,4	0,915
2	1	1,3	1	1,1	0,974
3	2	2,6	2	2,4	0,982
4	-	-	2	2,5	-

Оценка состояния зубов через 3 года после хирургического лечения периодонтита показала, индекс PAI на уровне 1 балла в группе Триоксидент был отмечен в 73 случаях (94,9%), в группе ProRoot МТА - в 80 случаях (95,2%) (таблица 3.10).

Таблица 3.10 - Оценка состояния зубов через 3 года после лечения, PAI по Orstavik, баллы

Уровни оценки, баллы	Триоксидент (n=78)		ProRoot МТА (n=84)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
1	73	94,9	80	95,2	0,911
2	1	1,3	1	1,2	0,924
3	-	-	1	1,2	-
4	1	1,3	2	2,4	0,884
5	2	2,5	-	-	-

По одному случаю оценки 2 балла было зарегистрировано в обеих группах, в группе Триоксидент отмечен один случай оценки на уровне 4 баллов по индексу PAI и 2 случая - 5 баллов, тогда как в группе ProRoot МТА один зуб был оценен на 3 балла и 2 зуба на 4 балла по индексу PAI.

Статистически значимых различий по вышеперечисленным показателям зафиксировано не было ( $p>0,05$ ).

Оценка состояния зубов через 5-10 лет после хирургического лечения периодонтита показала, что величина индекса PAI на уровне 1 балла в группе Триоксидент наблюдалась в 75 случаях (96,1%), в группе ProRoot MTA - в 79 случаях (94,0%) (таблица 3.11). В группе Триоксидент отмечено по одному случаю оценки на уровне 3, 4 и 5 баллов по индексу PAI, тогда как в группе ProRoot MTA в 2 случаях была отмечена оценка на 2 балла, в 2 случаях - на 4 балла и в одном случае - на 5 баллов. Статистически значимых различий по вышеперечисленным показателям зафиксировано не было ( $p>0,05$ ).

Таблица 3.11 - Оценка состояния зубов через 5-10 лет после лечения, PAI по Orstavik, баллы

Уровни оценки, баллы	Триоксидент (n=78)		ProRoot MTA (n=84)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
1	75	96,1	79	94,0	0,932
2	-	-	2	2,4	-
3	1	1,3	-	-	-
4	1	1,3	2	2,4	0,893
5	1	1,3	1	1,2	0,957

Анализ рентгенологических данных показал высокую эффективность хирургического лечения хронического периодонтита с использованием различных материалов для ретроградного пломбирования материалов — Триоксидент и ProRoot MTA. Критериями успешного исхода являлось полное устранение периапикального процесса и стабильная регенерация костной ткани, подтверждённая рентгенологически, а также отсутствие клинических проявлений воспаления.

Частично успешные результаты характеризовались сохранением незначительных рентгенологических дефектов без признаков прогрессирования патологического процесса. Неудачными считались случаи осложнений, требовавших повторного оперативного вмешательства.



В целом частота успешных исходов составила 94,9% в группе Триоксидент и 95,2% в группе ProRoot MTA (рисунок 3.6). Частично положительный результат в группе Триоксидент был зафиксирован в 1,3%, в группе ProRoot MTA значение этого показателя составило 2,4%, отрицательные результаты были зарегистрированы соответственно в 3,8% и 2,4% случаях.

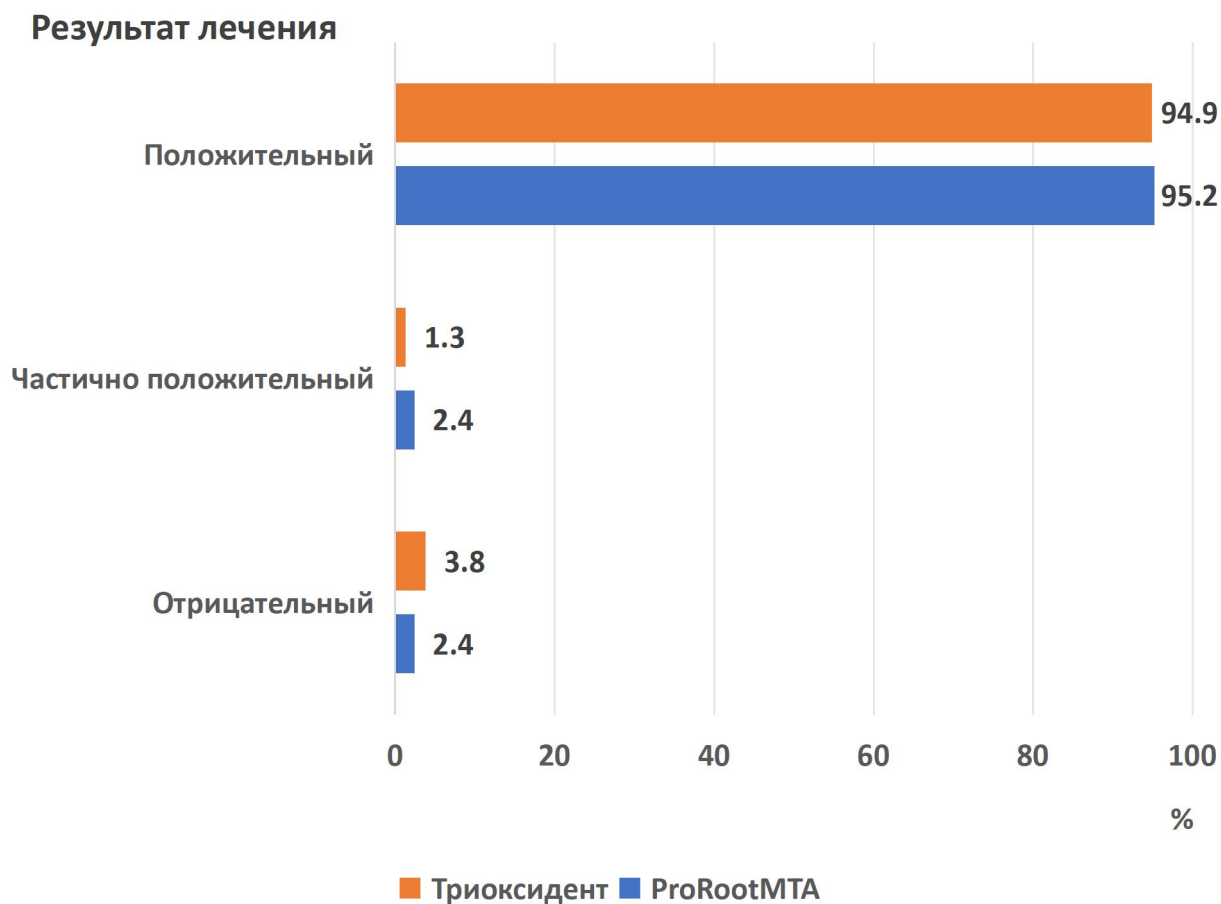


Рисунок 3.6 - Результаты оценки клинической эффективности лечения

Достоверных различий по клинической эффективности хирургического лечения периодонтита с применением различных пломбировочных материалов по данным ретроспективного исследования выявлено не было ( $p > 0,05$ ).

### **3.2.4 Частота рецидивов периодонтита после хирургического лечения. Клинические случаи**

Все случаи рецидива периодонтита при долгосрочном наблюдении были выявлены в зубах с наличием внутриканальных конструкций, частота рецидивов составила 10,2% (5 случаев) от общего количества зубов с вкладками и штифтами: 2 случая (8,7%) в группе Триоксидент и 3 случая (11,5%) в группе ProRoot MTA, статистически значимых межгрупповых различий при этом выявлено не было ( $p>0,05$ ).

Приводим случаи рецидивов периодонтита после проведенного хирургического лечения.

#### **Клинический пример 1.**

Пациентка П., 66 лет.

Анамнез заболевания: зубы 12, 21 ранее неоднократно пролечены эндодонтически, восстановлены одиночными коронками с опорой на штифты.

На рентгенограмме зубов 12, 21 до первичного хирургического вмешательства определяется наличие очага радиолуценции вокруг верхушки корня. В корневых каналах зубов визуализируются эндодонтические штифты, заполняющие канал на 2/3 длины корня (Рисунки 3.7, 3.8).

В июле 2020 г. было проведено хирургическое лечение хронического периодонтита в области зубов 21, 12 по стандартному протоколу, описанному в главе 2. Ретроградное пломбирование было выполнено с использованием материала «Триоксидент». На рисунке 3.7Б визуализируются резецированные корни зубов 12, 21, ретроградно запломбированная полость. Отмечено плотное заполнение ретроградной полости пломбировочным материалом.

Через полгода после вмешательства в области ранее выявленного периапикального очага наблюдается уменьшение радиолуцентной зоны, плотность костной ткани повышена, контуры костных структур более четкие и ровные. Периодонтальная щель в области верхушки корня восстановлена,

признаки воспаления отсутствуют. Видны признаки костной регенерации без признаков резорбции или патологических изменений.

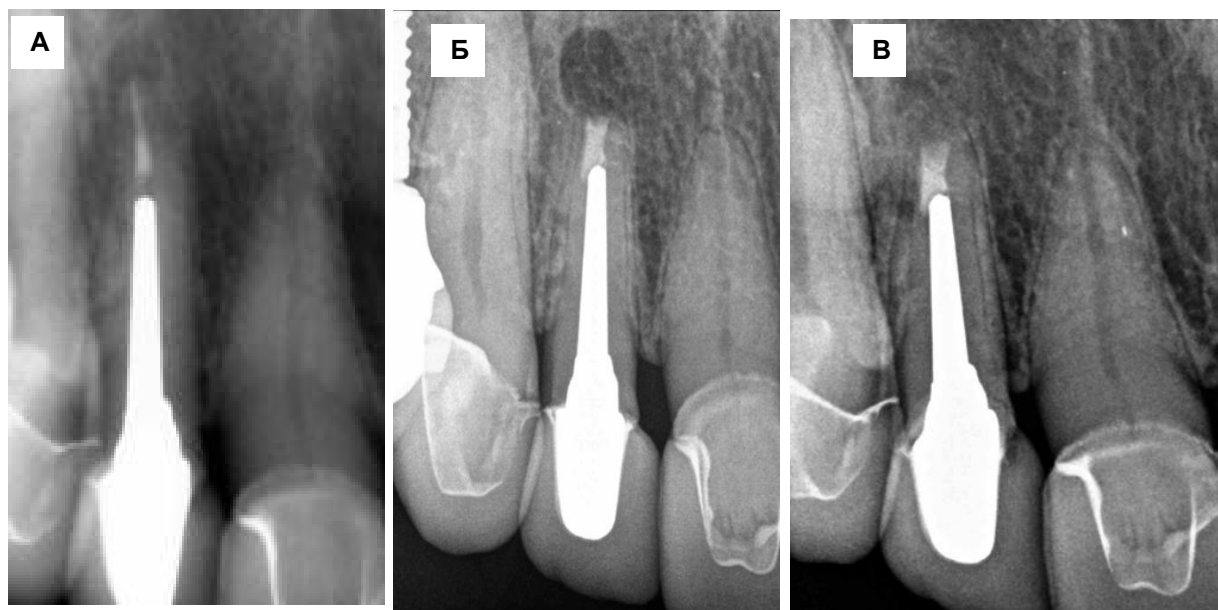


Рисунок 3.7 – Внутриротовой рентгенологический прицельный снимок: А -до первичного хирургического вмешательства, Б - сразу после хирургического вмешательства, В – через 6 месяцев после повторного вмешательства



Рисунок 3.8 Внутриротовой рентгенологический прицельный снимок: А - до первичного хирургического вмешательства, Б - сразу после хирургического вмешательства, В – через 6 месяцев после повторного вмешательства

Повторно пациентка обратилась в клинику в декабре 2024 г. с жалобами на припухлость в области слизистой верхней челюсти, болезненные ощущения.

При внешнем осмотре особенностей не выявлено.

При осмотре полости рта отмечена удовлетворительная гигиена, воспалительных изменений на слизистой оболочке полости рта, подвижности причинных зубов не выявлено. Определяются рубцовые изменения слизистой десны в области ранее выполненных разрезов.

На рентгенологических прицельных снимках определяется повторное возникновение периапикального очага разрежения у вершины корня зуба 21, материал в ретроградной полости не визуализируется (Рисунок 3.9), что свидетельствует о рентгенологических признаках возобновления воспалительного процесса в перирадикулярной зоне.

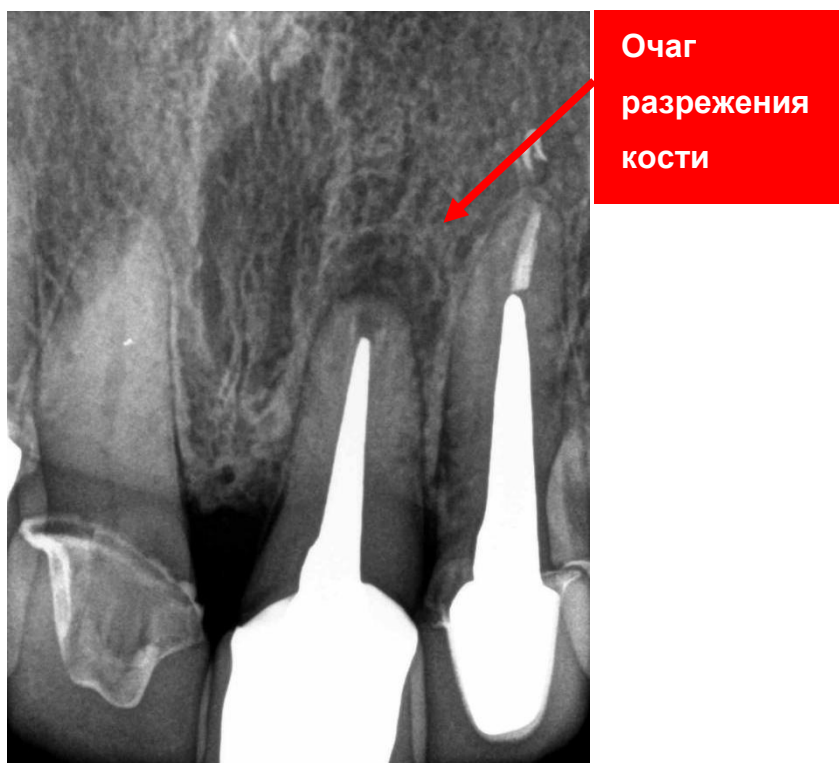


Рисунок 3.9 – Рецидив периодонтита в области зуба 21

С целью проведения стоматологической реабилитации и восстановления функции зуба 21 пациентке было предложено выполнение повторного вмешательства. До повторной операции был проведен фотопротокол (Рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Дентальные изображения перед повторным хирургическим вмешательством

**Ход оперативного вмешательства:** под инфильтрационной анестезией во фронтальной области (Sol. Articaini 1:100000) при помощи скальпеля проведен разрез, слизисто-надкостничный лоскут отслоен в проекции зубов 12, 11, 21, 22 с вертикальными разрезом от зубов 13 и 23. При помощи прямого наконечника и шаровидного бора в апикальной трети корня зуба 21 формировали костное окно. Произведена цистэктомия и повторная резекция корня зуба 21 еще на 3 мм. Ретроградное пломбирование произведено материалом «Dia-Root BioMTA» (Рисунок 3.11).



Рисунок 3.11 - Внутриротовой рентгенологический прицельный снимок сразу после повторного вмешательства (декабрь 2024 г.)

Слизисто-надкостничный лоскут ушит с использованием комбинации узловых и функционально активных швов (Рисунок 3.12). После оперативного вмешательства назначена антибиотикотерапия препаратом Флемоксин Соллютаб 500 мг по 1 табл. 2 раза в день курсом 5 дней.



Рисунок 3.12 – Дентальные изображения сразу после повторного хирургического вмешательства

### **Клинический пример 2.**

Пациентка С., 45 лет.

Анамнез жизни не отягощен.

Анамнез заболевания: обратилась в клинику весной 2022 г. с жалобами на ноющие боли в области зуба на верхней челюсти. Со слов пациентки, зуб 21 ранее подвергался эндодонтическому перелечиванию, была установлена коронка. Ранее было выполнено хирургическое лечение хронического периодонтита в области данного зуба. На внутриротовой прицельной рентгенограмме определяются признаки периапикального очага воспаления, материал в ретроградной полости не визуализируется (Рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 — Рентгенологический снимок перед повторной резекцией корня зуба 21

После анализа исходных данных было принято решение о проведении апикальной хирургии по протоколу, описанному выше, с ретроградным пломбированием материалом «Триоксидент» (Рисунок 3.14).

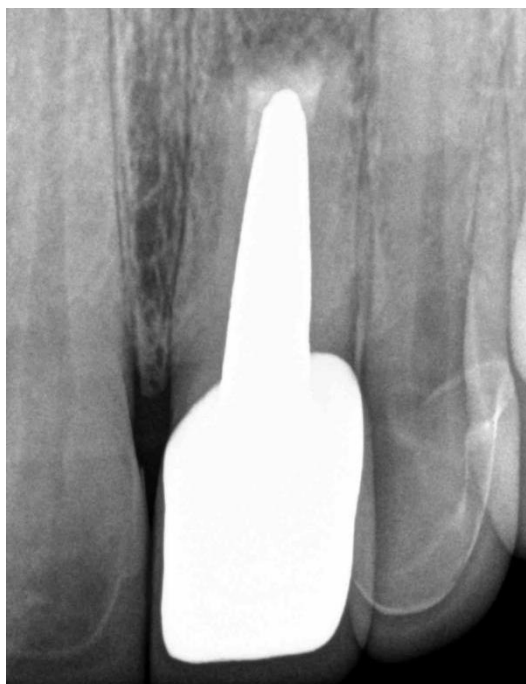


Рисунок 3.14 - Рентгенологический снимок после повторной резекции корня зуба 21

Спустя два года после оперативного вмешательства пациентка обратилась с жалобами на ноющие боли в области ранее проведенного вмешательства и наличие образования на десне.

На рентгенологическом снимке в периапикальной области нормальный костный рисунок, однако внутриротовой осмотр показал наличие свищевого хода и отделяемое из него. Эти признаки свидетельствовали о наличии хронического воспалительного процесса (Рисунок 3.15).



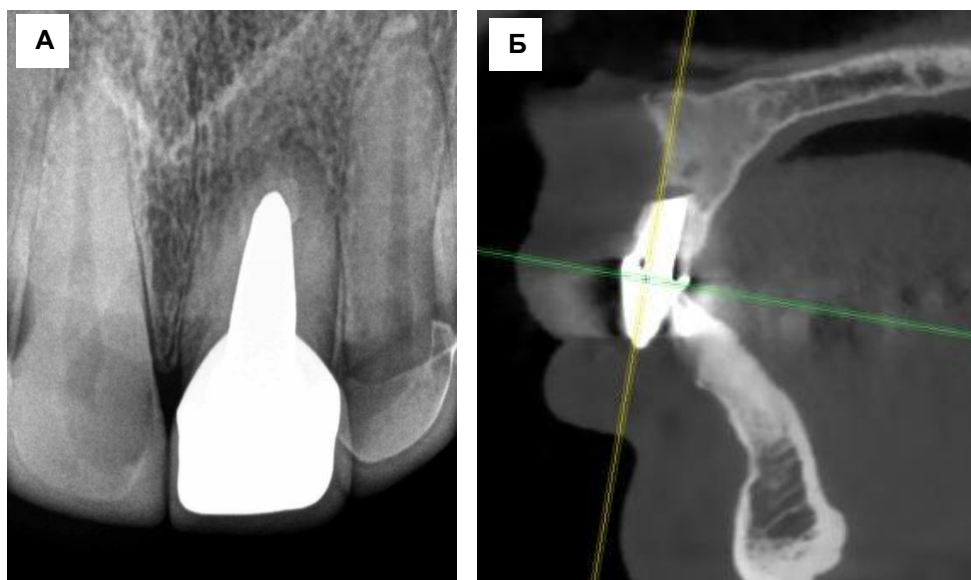


Рисунок 3.15. Рентгенологическое исследование в области причинного зуба: А - внутриротовое рентгенологическое исследование, Б - Срез КЛКТ

На основании клинических и рентгенологических данных, а также согласия пациентки произведено удаление зуба и протезирование с опорой на имплантат. После окрашивания удаленного зуба обнаружен продольный перелом корня (Рисунок 3.16), который и явился причиной повторного возникновения воспалительного процесса.

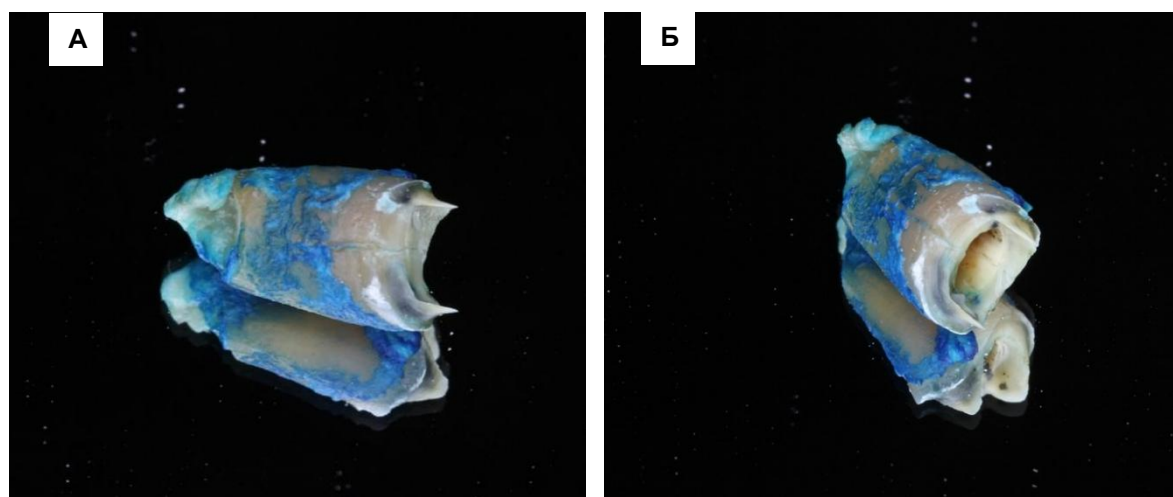


Рисунок 3.16 – Удаленный зуб (визуализация продольной трещины)

### **Клинический пример 3.**

Пациент 3., 40 лет.

Анамнез заболевания: обратился в клинику в 2020 г. с жалобами на

ноющие боли в области верхней челюсти слева. Зубы 25, 27 ранее пролечены эндодонтически, были изготовлены коронки с опорой на штифтах. На КЛКТ определяются очаги деструкции кости с четкими контурами в проекции корней зубов 25, 27 (Рисунок 3.17).

Для лечения периапикального процесса без необходимости удаления ортопедической конструкции пациенту было предложено хирургическое лечение периодонтита по стандартному протоколу, выполнено ретроградное пломбирование материалом «ProRoot MTA».

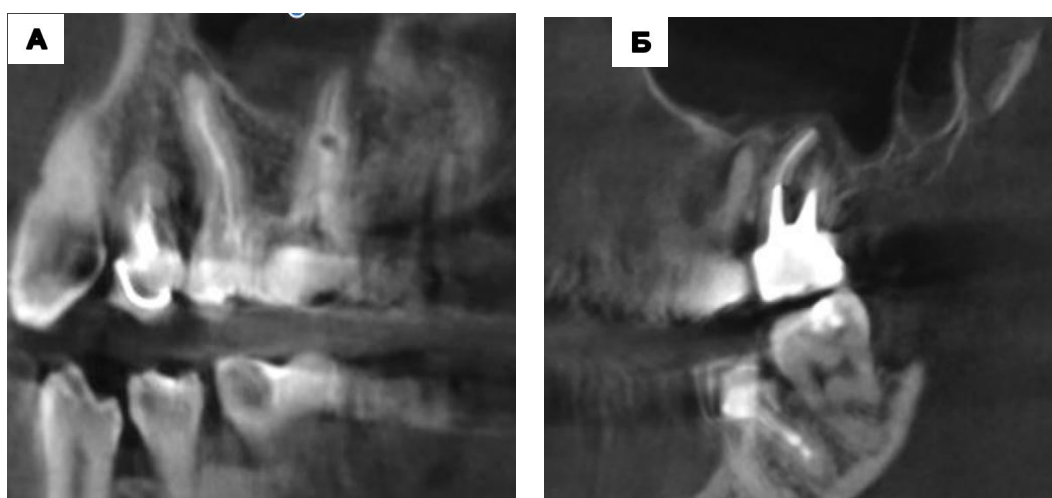


Рисунок 3.17 - Срез КЛКТ до первичного хирургического вмешательства: А - в области зуба 25; Б - в области зуба 27

На контрольном осмотре весной 2022 г. жалоб нет, на внутриротовом рентгенологическом прицельном снимке определяется нормальный рисунок кости в периапикальной области зубов 25, 27 (Рисунок 3.18).



Рисунок 3.18 – Контрольный рентгенологический прицельный снимок спустя 2 года после первичного вмешательства

В январе 2025 г. пациент обратился с жалобами на ноющие боли в области ранее проведенного вмешательства и наличия образования на десне.

По результатам внутриротового осмотра: коронки зубов 25, 27 без видимых нарушений, на десне в проекции корней зубов 25, 27 определяются свищи. На КЛКТ: очаг деструкции кости с четкими контурами в области ранее резецированных корней зубов 25, 27 (Рисунок 3.19). Принято решение о повторном вмешательстве.

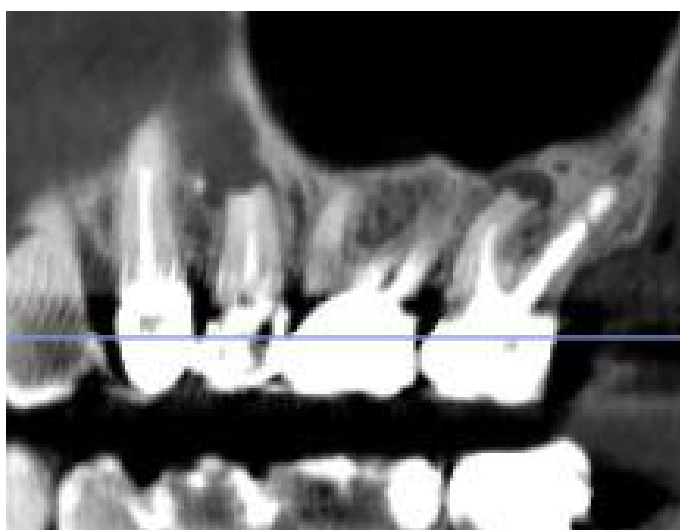


Рисунок 3.19 – Рентгенограмма спустя 5 лет после первичной резекции корней зубов 25, 27

Повторная апикэктомия была произведена по описанному выше протоколу с ретроградным пломбированием материалом «Dia-Root BioMTA». Внутривитальное рентгенологическое исследование сразу после повторного хирургического вмешательства представлено на Рисунке 3.20.

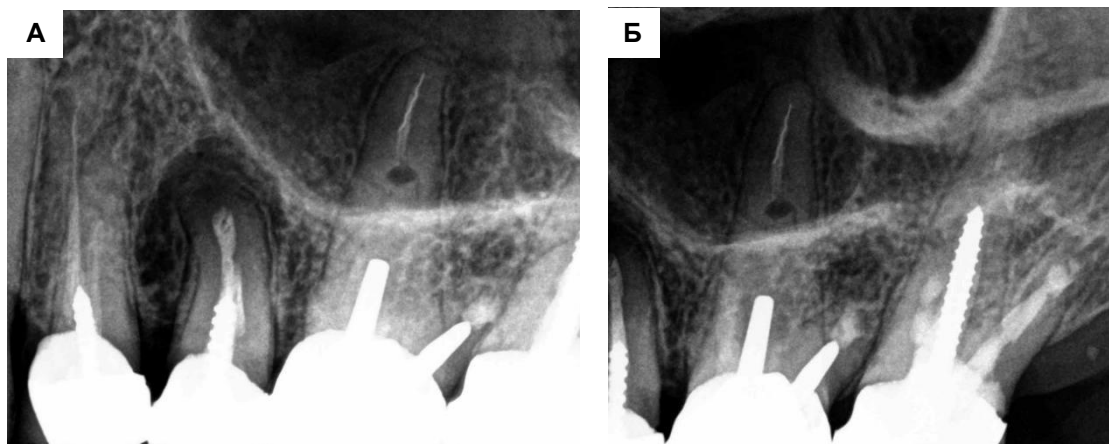


Рисунок 3.20 - Витальное рентгенологическое исследование сразу после повторного хирургического лечения. А - зуб 25, Б - зуб 27

#### **Клинический пример 4.**

Пациентка Б.

Анамнез заболевания: обратилась в клинику весной 2025 г. с жалобами на ноющие боли в области верхней челюсти справа, наличие образования на десне.

Со слов пациентки, около 5 лет назад была проведена резекция верхушек корней зубов 14, 15. При осмотре полости рта зубы 14, 15 покрыты ортопедической конструкцией, подвижность зубов I степени. В проекции корней зубов определяется свищ, отделяемое из свища отсутствует. На рентгенограмме - очаг радиолуценции в проекции корней зубов 14, 15 (Рисунок 3.21).



Рисунок 3.21 - Рентгенограмма перед повторной резекцией корней зубов 14, 15

На основании клинико-рентгенологической оценки состояния зубов, принято решение о повторном вмешательстве. Проведено повторное хирургическое лечение периодонтита по описанному выше протоколу с ретроградным пломбированием материалом Dia-Root BioMTA (Рисунок 3.22).



Рисунок 3.22 - Внутриворотной прицельный рентгенологический прицельный снимок зубов 14, 15 сразу после повторного вмешательства

### **Клинический пример 5.**

Пациентка М., 40 лет.

Анамнез заболевания: обратилась в клинику осенью 2021 г. с жалобами на ноющие боли в области зуба на верхней челюсти. Ранее неоднократно проводилось эндодонтическое лечение зуба 21. По окончании последнего лечения была изготовлена коронка с опорой на штифт. На внутриротовой прицельной рентгенограмме определяется очаг деструкции кости с четкими контурами в периапикальной области зуба 21 (Рисунок 3.23).



Рисунок 3.23 - Рентгенологический прицельный снимок на момент первичного обращения

Проведена апикэктомия по стандартному протоколу, описанному в главе 2, с ретроградным пломбированием материалом «ProRoot MTA» (Рисунок 3.24).



Рисунок 3.24 - Сразу после первичного хирургического вмешательства

В 2025 г. повторно обратилась с жалобами на ноющие боли в области ранее проведенного вмешательства. По результатам внутриротового рентгенологического прицельного снимка определяется очаг деструкции кости в периапикальной области зубов 11, 21 (Рисунок 3.25).



Рисунок 3.25 - Внутриротовой рентгенологический прицельный снимок (2025 г.)

Принято решение о проведении апикальной хирургии с ретроградным пломбированием материалом Dia-Root BioMTA в области зуба 11 и повторного вмешательства в области зуба 21 (Рисунок 3.26).



Рисунок 3.26 – Рентгенологический прицельный снимок сразу после повторного вмешательства

Был проведен анализ шлифов зубов, удаленных по причине рецидива периодонтита спустя 5-10 лет после выполнения вмешательства. Все исследованные зубы содержали внутриканальные конструкции. При микроскопии было выявлено большое количество трещин (рисунки 3.27, 3.28, 3.29). Выявленные изменения свидетельствуют о том, что ввиду укорочения длины корня воздействие вкладок на ткань зуба в совокупности с жевательной нагрузкой и, возможно, микродвижениями, создаваемыми вкладкой, появляются трещины, что способствует проникновению микроорганизмов в периапикальную среду.





Рисунок 3.27 – Вид шлифа зуба, удаленного по причине рецидива периодонтита через 5 лет после апикэктомии

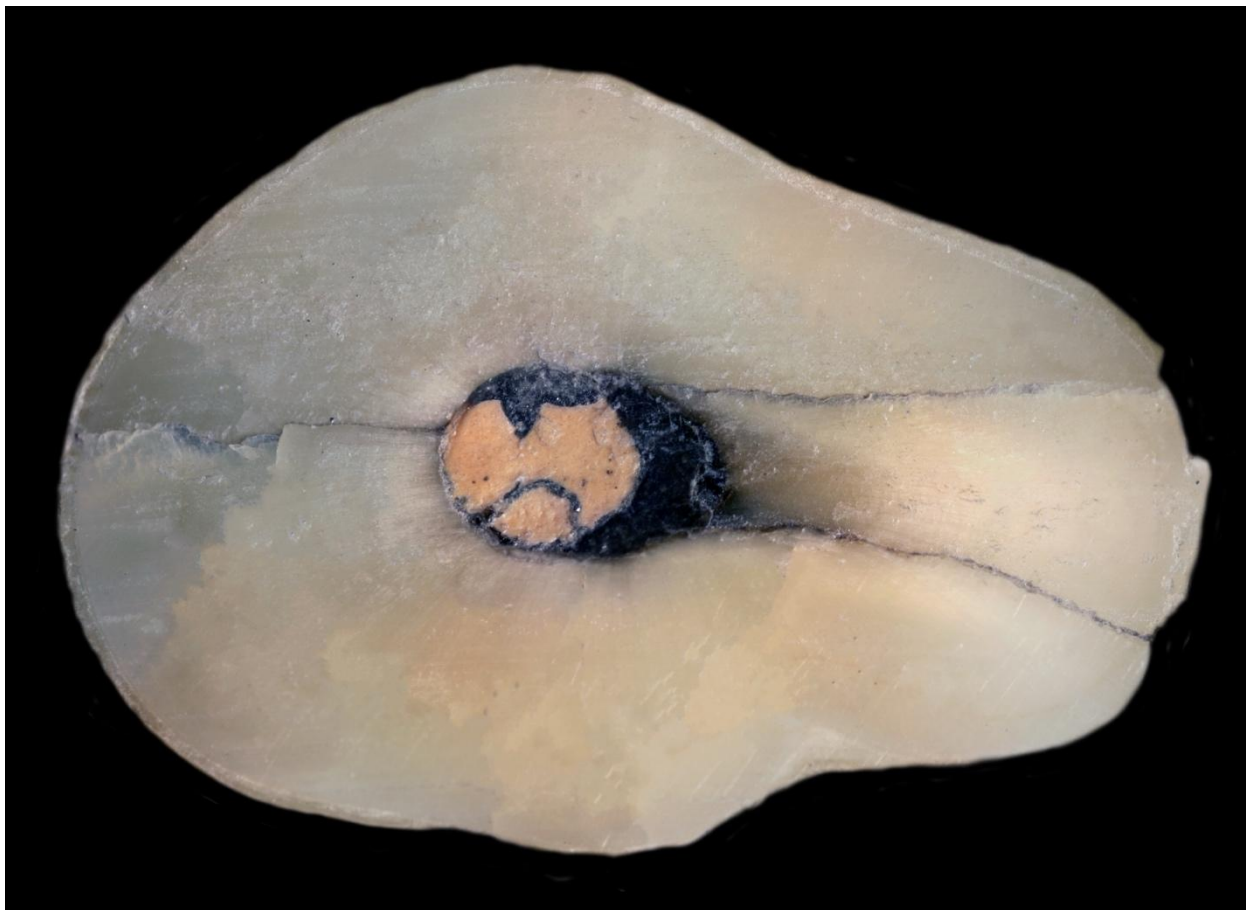


Рисунок 3.28 – Вид шлифа зуба, удаленного по причине рецидива периодонтита через 5 лет после апикэктомии

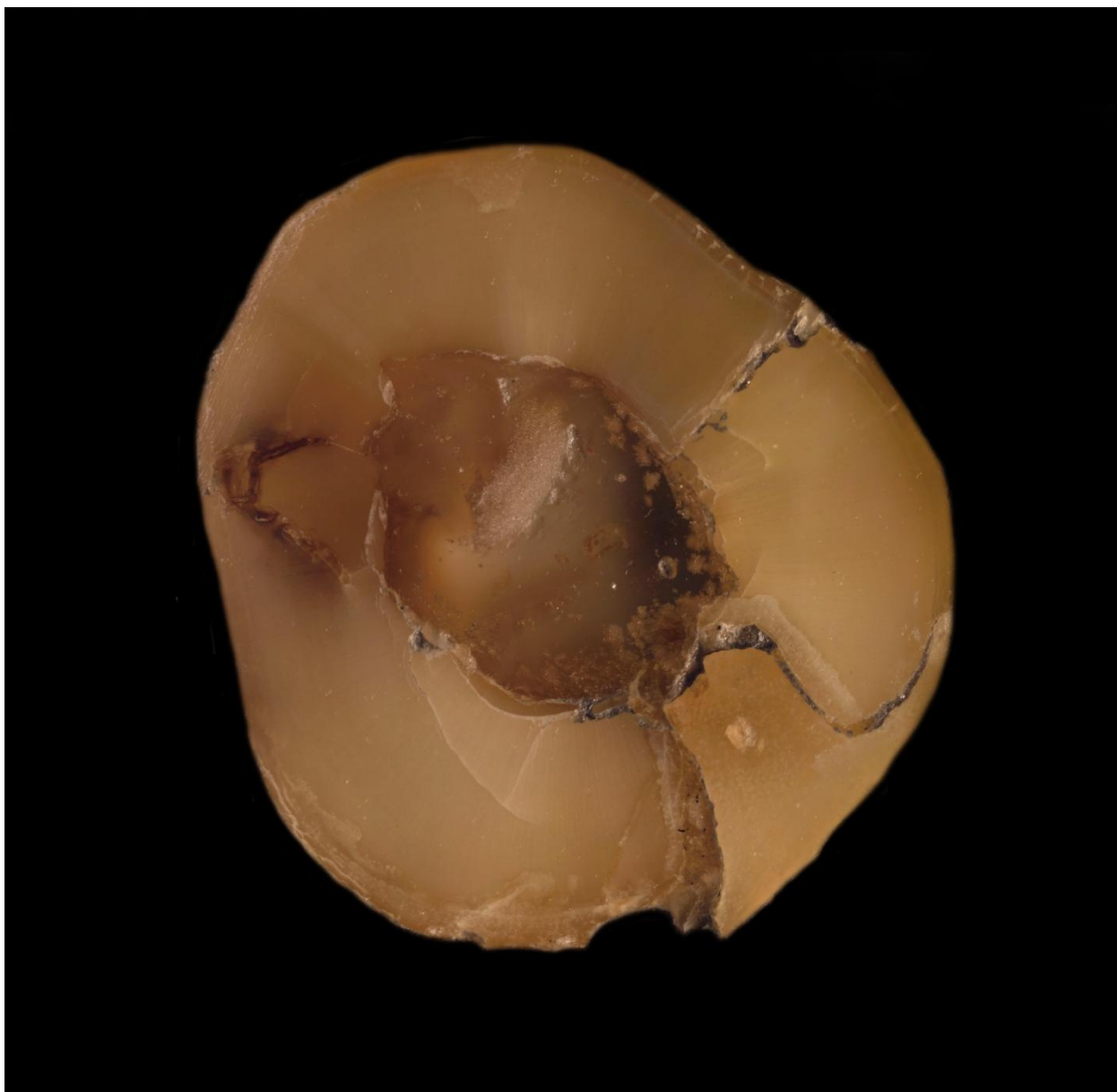


Рисунок 3.29 – Вид шлифа зуба, удаленного по причине рецидива периодонтита через 5 лет после апикэктомии

Полученные данные свидетельствуют о сопоставимой и высокой эффективности применения обоих материалов для ретроградного пломбирования при хирургическом лечении периодонтита в долгосрочной перспективе.

### **3.3 Результаты проспективного клинического исследования**

В рамках этапа данного исследования была выполнена сравнительная оценка результатов апикэктомии и ретроградного пломбирования с использованием материала, который продемонстрировал наилучшие показатели в ходе предварительных лабораторных испытаний, а также материала с наименее удовлетворительными характеристиками.

#### **3.3.1 Характеристика пациентов, включенных в проспективное исследование**

В период с 2023 по 2025 гг. было выполнено хирургическое лечение апикального периодонтита у 52 пациентов, в том числе 22 мужчины (42,3%) и 30 женщин (57,7%), средний возраст -  $45,1 \pm 12,3$  лет.

Пациенты были распределены в две группы в зависимости от использованного материала для ретроградного пломбирования:

- группа 1 - 30 пациентов, которым производили ретроградное пломбирование материалом Dia-Root BioMTA;
- группа 2 - 22 пациента, которым ретроградное пломбирование выполняли с использованием стеклоиономерного цемента Ketac Cem.

В группе Dia-Root BioMTA было 11 мужчин (36,7%) и 19 женщин (63,3%), в группе Ketac Cem - 11 мужчин (50%) и 11 женщин (50%), при этом выявленные различия по полу не достигали статистической значимости ( $p > 0,05$ ).

Средний возраст пациентов составил в группе Dia-Root BioMTA  $43,5 \pm 12,7$  лет, в группе Ketac Cem -  $47,8 \pm 11,5$  лет.

Таким образом, статистически значимых межгрупповых различий по половозрастным показателям выявлено не было.

Все пациенты в обеих группах не имели декомпенсированных хронических заболеваний.

### 3.3.2 Результаты предоперационного обследования

Перед хирургическим лечением проводили опрос и клиническое обследование пациентов. Сравнивали частоту жалоб на наличие боли, а также частоту обнаружения следующих признаков: отека, свища, болезненности при пальпации и перкуссии. Оценивали гигиенический статус ротовой полости и подвижность причинного зуба.

В таблице 3.12 отражена клиническая картина предоперационного состояния пациентов обеих групп.

Установлено, что на болевые ощущения жаловались 19 (63,3%) пациентов группы Dia-Root BioMTA, в группе Ketac Cem доля таких пациентов была несколько меньше - 50,0% (11 человек), но при этом выявленные различия не достигали статистической значимости ( $p=0,352$ ).

Отек и болезненность при пальпации переходной складки в области исследуемого зуба были отмечены соответственно у 2 (6,7%) и 3 (10,0%) пациентов группы Dia-Root BioMTA, тогда как в группе Ketac Cem эти признаки отсутствовали.

Положительная перкуссия была выявлена у 14 (46,7%) пациентов группы Dia-Root BioMTA и несколько реже - в 8 случаях (36,4%) в группе Ketac Cem. При этом достоверных межгрупповых различий не наблюдалось ( $p=0,321$ ).

Таблица 3.12 – Анализ предоперационного состояния «причинного» зуба

Симптомы	Dia-Root BioMTA (n=30)		Ketac Cem (n=22)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
Боль	19	63,3	11	50,0	0,352
Отек	2	6,7	-	-	-
Болезненность	3	10,0	-	-	-
Положительная перкуссия	14	46,7	8	36,4	0,321
Свищ	8	26,7	3	13,6	0,256

Свищи были выявлены у 8 пациентов (26,7%) группы Dia-Root BioMTA и у троих пациентов (13,6%) группы Ketac Cem ( $p=0,256$ ).

В целом анализ предоперационных данных свидетельствовал о большей выраженности патологических проявлений периодонтита у пациентов группы Dia-Root BioMTA. При этом в обеих группах гигиенический статус был удовлетворительным. Случаев подвижности причинного зуба зарегистрировано не было.

Анализ локализации причинных зубов у пациентов исследуемых групп показал, что более частое их расположение на верхней челюсти. Так, в группе Dia-Root BioMTA на ВЧ было 15 (50,0%) зубов фронтальной группы на 13 (43,4%) зубов жевательной группы (таблица 3.13). В группе Ketac Cem значения этих показателей составили 11 (50%) и 8 (36,4%) соответственно, статистически значимых межгрупповых различий по локализации причинных зубов на ВЧ выявлено не было ( $p>0,05$  для обоих сравнений).

Таблица 3.13 - Распределение зубов по локализации

Локализация зубов	Группы зубов	Dia-Root BioMTA (n=30)		Ketac Cem (n=22)		p
		Абс.	%	Абс.	%	
Верхняя челюсть	Фронтальная группа	15	50,0	11	50,0	1,000
	Жевательная группа	13	43,4	8	36,4	0,532
Нижняя челюсть	Фронтальная группа	1	3,3	3	13,6	0,169
	Жевательная группа	1	3,3	-	-	-

Сравнение локализации зубов на НЧ показало по одному случаю (3,3%) во фронтальной и жевательной группах зубов в группе Dia-Root BioMTA. В группе Ketac Cem на НЧ локализовалось 3 зуба (13,6%) фронтальной группы, достоверных отличий показателей не наблюдалось ( $p>0,05$  для обоих сравнений).

Вышеприведенные данные свидетельствуют о доминировании

поражения зубов верхней челюсти, преимущественно фронтальной группы у пациентов обеих групп исследования.

Результаты сравнения частоты различных видов реставраций зубов у пациентов групп исследования с учётом наличия или отсутствия внутриканальных конструкций (вкладок и штифтов) представлены в таблице 3.14.

Как видно, в группе Dia-Root BioMTA у 8 пациентов зубы были восстановлены без вкладки и штифта, в том числе наличие композитной реставрации отмечено у 6,7% пациентов (n=2), керамической - у 20,0% пациентов (n=6). В группе Ketac Cem значения этих показателей существенно не отличались: композитная реставрация была выполнена 2 пациентам (9,1%), керамическая - в 5 случаях (22,7%). Статистически значимых межгрупповых различий при этом выявлен не было ( $p > 0,05$  для обоих сравнений).

Таблица 3.14 - Типы реставраций, выполненных пациентам, включенным в исследование (расчет на количество зубов)

Типы реставрации	Dia-Root BioMTA (n=30)		Ketac Cem (n=22)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
Зуб, восстановленный без вкладки и штифта					
Композитная реставрация	2	6,7	2	9,1	0,462
Керамическая реставрация	6	20,0	5	22,7	0,898
Зуб со штифтом или вкладкой					
Композитная реставрация	8	26,7	4	18,2	0,227
Керамическая реставрация	14	46,7	11	50,0	0,758

Реставрации со штифтом или вкладкой были выполнены в 22 случаях в группе Dia-Root BioMTA и в 15 случаях в группе Ketac Cem. При этом композитная реставрация была произведена на 8 зубах в группе Dia-Root BioMTA и в 4 случаях (18,2%) в группе Ketac Cem, керамическая

реставрация - на 14 зубах (46,7%) в группе Dia-Root BioMTA и на 11 зубах (50,0%) в группе Ketac Cem.

Таким образом, анализ показал, что зубы в обеих группах в 69,2% (n=36) случаев восстановлены керамической реставрацией и имеют в 71,2% (n=37) внутриканальный штифт или вкладку, что способствует более частому выбору выполнения апикэктомии по сравнению с эндодонтическим перелечиванием ввиду отсутствия необходимости удаления ортопедической конструкции при использовании этого подхода.

### **3.3.3 Динамика проявлений периодонтита у пациентов, включенных в проспективное исследование**

В таблице 3.15-3.18 представлено распределение зубов по периапикальному индексу (РАI по Orstavik) по пятибалльной шкале на различных этапах наблюдения после хирургического вмешательства. Установлено, что до лечения в группе Dia-Root BioMTA преобладали оценки 4 балла - 16 случаев (53,3%), в группе Ketac Cem доля таких случаев была сходной - 54,5% (12 случаев) (таблица 3.15).

Таблица 3.15 - Оценка состояния зубов до лечения, РАI по Orstavik (баллы)

Уровни оценки, баллы	Dia-Root BioMTA (n=30)		Ketac Cem (n=22)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
3	5	16,7	-	-	-
4	16	53,3	12	54,5	0,873
5	9	30,0	10	45,5	0,253

Частота оценки состояния зубов по индексу РАI на уровне 5 баллов составила 30,0% (9 случаев) в группе Dia-Root BioMTA и 45,5% (10 случаев) в группе Ketac Cem. При этом статистически значимых межгрупповых различий по распределению пациентов по показателю РАI выявлено не было ( $p < 0,05$ ). При этом в группе Dia-Root BioMTA в 5 случаях (16,7%) состояние



зубов было оценено по индексу PAI на 3 балла, в группе Ketac Cem таких случаев не было.

Через 3 месяца после вмешательства наблюдалась положительная динамика данного показателя. В обеих группах были зубы с оценкой 3 балла по индексу PAI - 6 случаев (20,0%) в группе Dia-Root BioMTA и 5 случаев (22,7%) в группе Ketac Cem (таблица 3.16).

Таблица 3.16 - Оценка состояния зубов через 3 месяца после лечения (баллы)

Уровни оценки, баллы	Dia-Root BioMTA (n=30)		Ketac Cem (n=22)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
2	6	20,0	5	22,7	0,752
3	17	56,7	11	50,0	0,537
4	7	23,3	6	27,3	0,489

Большинство зубов в обеих группах были оценены на 3 балла - 17 случаев (56,7%) в группе Dia-Root BioMTA и 11 случаев (50,0%) в группе Ketac Cem. Оценка на уровне 4 балла была зафиксирована в 7 случаях (23,3%) в группе Dia-Root BioMTA и в 6 случаях (27,3%) в группе Ketac Cem. При этом статистически значимых межгрупповых различий по распределению оценок по индексу PAI выявлено не было ( $p>0,05$ ).

Полученные данные свидетельствовали о частичном восстановлении периапикальных тканей уже через 3 месяца после оперативного вмешательства.

Через полгода после хирургического лечения периодонтита выявленная тенденция к улучшению состояния зубов продолжилась. Абсолютное большинство зубов было оценено на 1 балл, при этом в группе Dia-Root BioMTA значение показателя было максимальным - 25 случаев (83,3%), что было статистически значимо выше ( $p=0,024$ ) соответствующего показателя в группе Ketac Cem - 12 случаев (54,5%) (таблица 3.17).

Соответственно количество зубов с оценкой 2 балла в группе Dia-Root

BioMTA было достоверно ниже такового в группе Ketac Cem: 5 (16,7%) случаев и 10 (45,5%) случаев.

Таблица 3.17 - Оценка состояния зубов через 6 месяцев после лечения, PAI по Orstavik (баллы)

Уровни оценки, баллы	Dia-Root BioMTA (n=30)		Ketac Cem (n=22)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
1	<b>25</b>	<b>83,3</b>	<b>12</b>	<b>54,5</b>	<b>0,024</b>
2	<b>5</b>	<b>16,7</b>	<b>10</b>	<b>45,5</b>	<b>0,024</b>

Через год после выполнения вмешательства выявленная тенденция продолжилась, при этом сохранялось соотношение величин показателя PAI в группах исследования. Абсолютное большинство зубов было оценено на 1 балл: в группе Dia-Root BioMTA - 27 случаев (90,0%), что было статистически значимо выше ( $p=0,049$ ), чем в группе Ketac Cem - 15 случаев (68,2%) (таблица 3.18).

Соответственно количество зубов с оценкой 2 балла в группе Dia-Root BioMTA составило 3 случая (10,0%) и было статистически значимо меньше, чем в группе Ketac Cem - 7 (31,8%) случаев.

Таблица 3.18 - Оценка состояния зубов через 12 месяцев после лечения, PAI по Orstavik (баллы)

Уровни оценки, баллы	Dia-Root BioMTA (n=30)		Ketac Cem (n=22)		p
	Абс.	%	Абс.	%	
1	<b>27</b>	<b>90,0</b>	<b>15</b>	<b>68,2</b>	<b>0,049</b>
2	<b>3</b>	<b>10,0</b>	<b>7</b>	<b>31,8</b>	<b>0,049</b>

Представленные данные свидетельствовали о динамическом снижении степени периапикального поражения в течение года после вмешательства, отражая более высокий уровень клинической эффективности апикэктомии с применением Dia-Root BioMTA в качестве материала для ретроградного пломбирования.

## ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

### 4.1. Анализ основных результатов

**Целью** настоящего исследования явилось сравнительное изучение эффективности хирургического лечения хронического периодонтита с использованием различных материалов для ретроградного пломбирования. При этом было проведено изучение герметичности, прочности и клинической эффективности применения этих материалов.

В рамках лабораторной части работы установлено, что все исследованные материалы обеспечивают высокую герметичность, несмотря на различия их механических свойств и степени адгезии к зубным тканям.

По результатам клинической части исследования продемонстрирован положительный результат использования двух материалов с максимальным и минимальным показателем адгезии в лабораторных условиях. Ретроспективный анализ за период 5-10 лет подтвердил высокую эффективность хирургического лечения периодонтита с применением различных материалов, при этом установлено отсутствие статистически значимых различий сравниваемых показателей.

С точки зрения химического состава и механизма затвердевания Dia-Root BioMTA, Биодентин и Триоксидент относятся к биокерамическим цементам на основе минерал триоксид агрегата. Эти материалы характеризуются способностью взаимодействовать с водой с образованием гидроксида кальция, что способствует созданию щелочной среды. Ketac Cem является стеклоиономерным цементом, основанным на реакции кислотно-основного взаимодействия между порошком и жидкой фазой, что отличает его по химическому составу и механизму затвердевания от биокерамических материалов.

В аспекте биосовместимости и антибактериальной активности биокерамические цементы (Dia-Root BioMTA, Биодентин и Триоксидент)

обладают выраженными преимуществами. Их способность выделять гидроксид кальция, поддерживающий щелочную среду, обеспечивает эффективный антибактериальный эффект, особенно в условиях влажной среды, характерной для клинических условий ретроградного пломбирования. Стеклоиономерный цемент, несмотря на хорошую биосовместимость, демонстрирует менее выраженный антибактериальный эффект, что обусловлено отсутствием аналогичного механизма выделения гидроксидов.

По физико-механическим свойствам Триоксидент и Biodentine имеют сопоставимые показатели прочности, однако уступают материалу Dia-Root BioMTA по удобству внесения, рентгеноконтрастности и работе с материалом. Ketac Cem характеризуется хорошей адгезией к тканям зуба за счёт химического связывания с эмалью и дентином, что позволяет судить о преимуществе его при выборе материала, используемого при лечении изолированных цервикальных изменений, однако его механическая стабильность во влажной среде ниже, чем у биокерамических цемента, что может ограничивать долговечность реставраций при ретроградном пломбировании с использованием данного материала.

Таким образом, сравнение использованных в работе материалов показывает, что биокерамические цементы обладают комплексом свойств, оптимальных для использования при выполнении ретроградного пломбирования, включая высокую биосовместимость, выраженный антибактериальный эффект и стабильность во влажной среде. Стеклоиономерный цемент, несмотря на хорошие адгезивные свойства и физическую прочность, уступает биокерамическим материалам в ряде ключевых параметров, что необходимо учитывать при выборе материала.

#### **4.2. Интерпретация итогов лабораторных исследований**

При проведении лабораторного исследования в качестве красителя использовали гематоксилин ввиду его способности связывания с белками, которая обусловлена его физико-химическими свойствами. Гематоксилин

способен образовывать водородные связи с полипептидными цепями белков, что способствует его устойчивому связыванию в тканях. Как отмечено выше, размер молекулы гематоксилина сопоставим с размером бактерий. Это свидетельствует о том, что в случае отсутствия проникновения красителя внутрь корневого канала, проникновение бактерий также является маловероятным.

Данные, полученные в результате спектрометрической оценки проникновения красителя внутрь корневого канала при ретроградном пломбировании, указывают на способность всех исследуемых материалов в течение короткого срока (30 суток) обеспечивать высокую герметичность корневого канала. Изменение кислотности среды от нейтральной до кислой не оказало значимого влияния на проницаемость запломбированных каналов.

Результаты лабораторного этапа исследования показали, что все четыре оцененных материала обеспечивают надежную герметизацию апикальной области, что является ключевым фактором успешности хирургического лечения периодонтита. Несмотря на выявленные различия в адгезии, эти параметры не оказали существенного влияния на герметичность. Это может свидетельствовать о том, что в условиях лабораторного моделирования герметичность материала определяется скорее его физико-химическими свойствами, а не степенью сцепления с дентином.

В ходе исследований было установлено, что проникновение красителя через корневой канал в нижнюю ячейку кюветы наблюдалось лишь в группе положительного контроля, представленного депульпированным зубом. Данный результат свидетельствует о достаточной герметичности ретроградной пломбы вне зависимости от используемого материала, что подчеркивает важность соблюдения стандартов при выполнении хирургических вмешательств при периодонтите.

Аналогичные выводы содержатся в работах ряда авторов, которые отмечают, что качество герметизации апикального участка является

ключевым фактором успешного исхода вмешательства, а тип материала не оказывает существенного влияния на результаты лечения [Чернецкий В.А., Шевела Т.Л., 2023].

Полученные данные сопоставимы с результатами проведенного ретроспективного анализа и важны с практической точки зрения, поскольку позволяют расширить выбор доступных материалов без ущерба для качества выполняемого вмешательства.

#### **4.3. Оценка результатов ретроспективного анализа клинических данных и выявленных осложнений**

Глубина анализа архивных данных пациентов, которым проводилось хирургическое лечение периодонтита, составила не менее 5 лет, что позволило оценить долгосрочные итоги и стабильность достигнутого результата. Отмечен высокий уровень эффективности проведенного лечения — 96,91%, что практически совпадает с результатами мета-анализа Kohli M.R. et al. (2018), по данным которого средний уровень эффективности составил 94,42%. Сопоставимость подтверждает эффективность применяемых методов и соответствие проводимых хирургических вмешательств стандартам апикальной микрохирургии. Важность соблюдения микрохирургического протокола вмешательства при хирургическом лечении апикального периодонтита отмечена Батюковым Н.М. (2023), по данным которого у 11,03% пациентов, которым производилась апикэктомия без применения современных микрохирургических подходов, было проведено удаление «причинного» зуба вследствие тех или иных осложнений.

Вместе с тем, полученный нами показатель значительно превышает уровень эффективности, показанный в работе Stueland H. et al. (2023), по данным которых частота успешного исхода лечения составила 77,6%. Эти различия могут быть обусловлены методологическими особенностями исследований, а также различиями использованных хирургических техник и

стандартов ведения пациентов.

В исследовании Pallarés-Serrano A. et al. (2022) представлены данные, отражающие тенденцию к уменьшению частоты положительных результатов хирургического лечения периодонтита при увеличении срока наблюдения с 1-4 до 5-9 лет с 92,5% до 82,6% соответственно, однако по нашим данным не было отмечено изменений динамики результатов лечения после третьего года наблюдения.

Таким образом, результаты ретроспективного анализа подтвердили высокую клиническую эффективность выполнения апикэктомии при использовании современных микрохирургических методов, что соответствует данным многочисленных исследований, основанных на применении аналогичных протоколов. Отсутствие статистически значимых различий показателей в группах пациентов, включенных в исследование, подтверждает вывод о том, что оба представленных материала являются эффективными для клинического применения. Полученные данные подчёркивают важность длительного наблюдения для оценки стабильности результатов и дальнейшего совершенствования эндодонтической микрохирургии.

#### **4.4. Анализ рецидивов периодонтита, выявленных в ходе ретроспективного исследования**

Анализ рецидивов после хирургического лечения периодонтита показал, что все случаи рецидива воспаления в периапикальной области коррелировали с использованием металлического внутриканального штифта при восстановлении зуба. Это наблюдение свидетельствует о потенциальном негативном влиянии металлических компонентов на долговременные свойства пломбировочных материалов. Металлические вкладки, будучи жесткими инородными телами, могут способствовать возникновению микронеровностей и локальному напряжению в зоне прилегания к

пломбировочному материалу, что способствует его постепенной деградации.

Данная гипотеза получила дополнительное подтверждение в ходе наблюдений при повторных вмешательствах, когда у пациентов с рецидивом воспаления была обнаружена выраженная деформация и размягчение старой ретроградной пломбы, а также нарушение её структурной целостности. Эти изменения свидетельствуют о том, что пломбировочный материал подвергается дегенеративным изменениям, которые, вероятно, связаны с присутствием металлической внутриканальной вкладки. Можно предположить, что металл оказывает либо химическое действие (например, коррозионное), либо механическое — за счет микродвижений и образования микропротечек, что со временем приводит к снижению герметичности пломбы и возникновению благоприятных условий для проникновения микроорганизмов и развития воспаления.

Эти предположения в определенной мере подтверждаются результатами ряда исследований. Так, в ретроспективном исследовании von Arch T. et. al. (2021) было установлено, что наличие внутриканальных штифтов повышает риск возникновения вертикальных корневых трещин. В значительной мере это касается литых или резбовых штифтов, которые ввиду особенностей конструкции способствуют возникновению высокого локального напряжения в корне зуба. Возникновение трещин способствует возникновению дополнительных путей проникновения патогенных микроорганизмов в периапикальную область, что увеличивает риск возникновения рецидива воспалительного процесса. Таким образом, эти результаты позволяют предположить, что металлические компоненты внутриканального восстановления могут косвенно влиять на стабильность ретроградных пломб и способствовать развитию осложнений после хирургического лечения периодонтита.

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости тщательного выбора материалов для выполнения ретроградного пломбирования. Вероятно, выбор в пользу использования более пластичных и биосовместимых



материалов позволяет минимизировать риск механических повреждений и химической деградации пломбировочных материалов, что в конечном итоге повышает долгосрочную эффективность лечения периодонтита независимо от исходного состояния зуба.

#### **4.5. Оценка результатов клинической части исследования**

Анализ данных проспективного клинического исследования подтвердил высокую эффективность применения двух использованных материалов для ретроградного пломбирования, несмотря на различия их физико-химических и механических характеристик, продемонстрированных в рамках лабораторного этапа исследования. У пациентов, которым проводилось лечение с использованием этих материалов, был зафиксирован 100%-ный положительный результат.

О высокой эффективности хирургического лечения периодонтита сообщают и другие авторы. Так, в исследовании Al Khuwaitir S. et. al. (2024) с периодом наблюдения 1-2 года получен положительный результат в более чем 90% случаев. Частота отрицательных результатов в значительной мере согласуется с данными нашего исследования, при этом определенные расхождения с другими авторами, по-видимому, объясняются тем, что на эффективность лечения периодонтита влияют и такие факторы как техника выполнения операции, состояние периапикальных тканей и индивидуальные характеристики пациентов также нивелируя различия между итогами применения различных материалов для ретроградного пломбирования. Кроме того, оба материала обладают достаточным уровнем биосовместимости и стабильности, что способствует благоприятному исходу лечения.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при выборе материала для ретроградного пломбирования при хирургическом лечении периодонтита следует ориентироваться не только на показатели адгезии и прочности материалов, но и учитывать клиническую ситуацию, удобство

применения и стоимость используемого подхода. Установленная достаточно высокая герметичность изученных материалов позволяет гарантировать надежное закрытие апикального отверстия, что является залогом успешного заживления и предотвращения рецидивов воспаления.

Для углубления представлений о влиянии свойств материалов для ретроградного пломбирования на исходы хирургического лечения периодонтита целесообразным представляется изучение особенностей взаимодействия материалов с биологическими тканями, а также динамики их характеристик в условиях длительной нагрузки, контакта с металлическими конструкциями и воздействия микроорганизмов.

**Ограничения исследования.** Следует отметить, что лабораторные испытания проводили в условиях, не абсолютно идентичных клиническим. Это ограничивает возможность прямой экстраполяции результатов, полученных в исследовании *in vitro*, на их использование в условиях клиники. Необходимо также учитывать ограниченный размер выборки пациентов в проспективном исследовании, а также невозможность учета и контроля всех факторов, влияющих на результат лечения, в рамках ретроспективного исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках диссертационной работы проведено клинико-лабораторное исследование, по результатам которого установлено, что эффективность ретроградного пломбирования не зависит от типа используемого пломбировочного материала. Результаты лабораторного исследования свидетельствуют о сходном уровне герметичности ретроградных пломб. Результаты ретроспективного анализа указывают на высокую частоту сохранения зубов при длительном наблюдении пациентов после выполнения хирургического лечения периодонтита. Наряду с этим установлено, что наличие металлических вкладок в зубах является важным фактором риска, негативно влияющим на результат лечения. Это обусловлено возможными осложнениями, связанными с механическим воздействием металлической конструкции на ретроградную пломбу.

Полученные результаты помогут клиницистам осуществлять точный выбор наиболее подходящих материалов с учетом объективных критериев, что также позволит упростить принятие решения в сложных клинических ситуациях. Апробированный в работе способ оценки проницаемости материалов для ретроградного пломбирования может быть использован в других исследованиях, поскольку характеризуется высокой воспроизводимостью получаемых данных.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанный метод лабораторного исследования материалов для ретроградного пломбирования позволяет оценить их проницаемость в условиях, максимально приближенных к клиническим характеристикам полости рта.

2. Максимальная сила адгезионной прочности при сдвиге установлена для стеклоиономерного цемента ( $5,4 \pm 1,5$  МПа), минимальная - для материала Dia-Root BioMTA (0 МПа), материалы Триоксидент и Biodentine демонстрируют промежуточные значения этого показателя ( $1,5 \pm 0,2$  и  $0,5 \pm 0,1$  МПа соответственно). Установлено, что наиболее удобным для использования в клинической практике с точки зрения рабочих свойств (удобство при замешивании, внесении и уплотнении материала в канале, рентгеноконтрастность) является Dia-Root BioMTA.

3. По данным ретроспективного исследования частота положительных исходов ретроградного пломбирования в долгосрочный период наблюдения (5-10 лет) составляет 96,9% ( $94,9\%$  при использовании материала Триоксидент,  $95,2\%$  при использовании материала ProRoot MTA), общая выживаемость зубов достигает  $99,4\%$ .

4. Частота осложнений хирургического лечения периодонтита с ретроградным пломбированием при долгосрочном периоде наблюдения (от 5 до 10 лет) составляет  $4,9\%$ , при использовании материала Триоксидент -  $3,9\%$ , материала ProRoot MTA -  $6,0\%$ , частота рецидивов составляет  $3,1\%$ . Все случаи рецидива периодонтита при долгосрочном наблюдении отмечены в зубах с наличием внутриканальных конструкций, их частота составляет  $10\%$  от общего числа зубов с вкладками и штифтами.

5. По данным проспективного исследования установлена более высокая эффективность хирургического лечения периодонтита при использовании пломбировочного материала Dia-Root BioMTA по сравнению со стеклоиономерным цементом Ketac Cem: относительное количество пациентов с минимальной выраженностью периодонтита (индекс PAI на уровне 1 балла) составило в этих группах 90,0% и 68,2% соответственно ( $p=0,049$ ). Выживаемость зубов в обеих группах на момент 12-месячного наблюдения достигла 100% независимо от различий адгезионных свойств данных материалов.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. При хирургическом лечении периодонтита с ретроградным пломбированием рекомендуется использовать материал Dia-Root BioMTA с учетом установленных в работе оптимальных рабочих характеристик по сравнению с другими материалами (удобства при замешивании, внесении и уплотнении материала в канале, а также высокой рентгеноконтрастностью).

2. При планировании хирургического лечения периодонтита с ретроградным пломбированием необходимо принимать во внимание, что наличие вкладок и штифтов повышает вероятность рецидива периодонтита.

3. При наличии внутриканальных конструкций срок наблюдения за пациентами после ретроградного пломбирования должен быть увеличен до 5 лет.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ВАШ - визуально-аналоговая шкала

ВЧ - верхняя челюсть

КЛКТ - Конусно-лучевая компьютерная томография

МТА – Минерал триоксид агрегат

НЧ - нижняя челюсть

РУ - регистрационное исследование

СИЦ – Стеклоиономерный цемент

РАI – Periapical index

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Арутюнов А.В. Электронно-микроскопическая оценка качества инструментальной обработки искривленных корневых каналов моляров // Кубанский научный медицинский вестник. - 2015. - №.4. - С. 18–21.
2. Бадалян К., Зедгенидзе А. Сравнительный анализ материалов для ретроградного пломбирования, проведенный на удаленных зубах в жидкой и сухой средах // Эндодонтия Today. - 2018. – Т. 16,1. – С. 59-62.
3. Бадалян В.А., Наджарян Л.А., Елфимова Н.В. Основные характеристики материалов, используемых для ретроградного пломбирования // Стоматология. – 2025. – Т. 104, №4. – С. 107-111.
4. Байтус Н.А., Чернявский Ю.П. Современный клинический подход в лечении деструктивных форм хронического апикального периодонтита // Стоматология. Эстетика. Инновации. – 2020. – Т. 4, № 2. – С. 153-160.
5. Батюков Н.М., Ступин М.Г., Мироненко О.В. Обоснование необходимости внутрифирменной стандартизации методов микрохирургической эндодонтии для обеспечения качества оказания стоматологической помощи // Институт стоматологии. – 2023. – № 1(98). – С. 1-9.
6. Беленова И.А., Кунин А.А., Лесников Р.В. и др. Профилактика осложнений эндодонтического лечения зубов, связанных с пломбированием корневых каналов // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. — 2017. — № 69. — С. 23–30.
7. Белова Н.М., Полевая Н.П., Елисеева Н.Б. Неудачи эндодонтического лечения и их профилактика // Медицинский алфавит. — 2019. — Т. 1, № 5 (380). — С. 12–22.
8. Бердиева Р.Р. Пломбирование каналов зубов с минеральным триоксидагратом (Orthomta) при повторном эндодонтическом лечении //



Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. — 2018. — Т. 18, № 9. — С. 19–22.

9. Будаичиев Г.М.А., Гусейнова С.Т., Алиева-Хархарова К.М., Маккаева С.М. Особенности эндодонтического лечения у пациентов геронтологического возраста с кальцифицированными корневыми каналами // Российский журнал гериатрической медицины. — 2025. — № 2 (22). — С. 193–195.

10. Войтов А.Н., Соколова М.А. Оценка результатов повторного эндодонтического лечения зубов с атипичным анатомическим строением системы корневых каналов // Dental Forum. – 2012. – № 5. – С. 36.

11. Волошина А.А., Дорофеев А.Е., Севбитов А.В. и др. Активация раствора антисептика в искривленных в корневых каналах как залог успешного эндодонтического лечения // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». - 2023. - Т. 25, №7. - С. 33–39.

12. Волошина А.А., Дорофеев А.Е., Севбитов А.В., Захарова К.Е. Сравнение качества очистки искривленных корневых каналов при повторном эндодонтическом лечении // Вестник Новые Медицинские Технологии. Электронное Издание. - 2024. - Т. 18, № 2. - С. 12–16.

13. Волошина И.М., Борисов В.В., Долгов Е.А., Ашыров В.Г. Проблемы эндодонтического перелечивания моляров верхней челюсти // Вестник Новые Медицинские Технологии. Электронное Издание. - 2024. - Т. 18, № 5. - С. 13–21.

14. Галкина Ю.В., Липунова М.В., Пиекалнитс И.Я., Саввиди К.Г. Отдаленные результаты повторного эндодонтического лечения у пациентов перед протезирование с использованием препаратов МТА // Сборник Статей по Материалам Всероссийского Научно-исследовательского Конкурса, Уфа. - 2020. - С. 311–316.

15. Герасимова Л.П., Сорокин А.П. Применение денальной компьютерной томографии при повторном эндодонтическом лечении

хронических деструктивных форм периодонтита // Наука в центральной России. – 2013. – № 4S. – С. 173-177.

16. Глинкин В.В. Анализ эффективности лечения зубов с периапикальной патологией и разрушенной апикальной констрикцией с использованием Триоксидента // ЛУЧШИЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 2021: сборник статей III Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза. - 2021. – С. 114-119.

17. Гребнев Г.А., Иванов А.С., Авсюков Е.В. Анализ осложнений хирургического лечения периапикальных очагов инфекции методом резекции верхушки корня зуба // Институт стоматологии. – 2021. – № 3(92). – С. 41-43.

18. Гребнев Г.А., Иванов А.С., Авсюков Е.В. Ретроспективный анализ результатов хирургического лечения хронических периодонтитов многокорневых зубов // Теоретические и практические вопросы клинической стоматологии: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - СПб., 2021. – С. 42-43.

19. Григорьянц Л.А., Амхадова М.А., Мохов А.В., Гергиева Т.Ф. Актуальные вопросы апикальной хирургии на современном этапе развития хирургической стоматологии // Head and Neck/Голова и шея. Российское издание. Журнал Общероссийской общественной организации «Федерация специалистов по лечению заболеваний головы и шеи». — 2016. — № 3. — С. 57.

20. Гурин А.Н., Григорьянц Л.А., Арутюнян К.Э. и др. Виды разрезов в эндодонтической хирургии // Стоматология. — 2010. — Т. 89, № 6. — С. 78–80.

21. Елина Е.Г., Ярцева А.В., Конджария И.Т., Куретова Н.Н. Сравнительный анализ использования современных технологий резекции верхушки корня зуба при хроническом апикальном периодонтите // Евразийское Научное Объединение. - 2017. - Т. 1, № 5(27). - С. 55–56.

22. Заблоцкая М.В. Микроскопическая оценка качества корневых пломб при эндодонтическом лечении зубов // Международный студенческий научный вестник. — 2019. — № 5-2. — С. 80.
23. Зиньковская Е.П., Честных Е.В., Горева Л.А. и др. Анализ ошибок эндодонтического лечения по данным конусно-лучевой компьютерной томографии /// Эндодонтия Today. – 2024. – Т. 22, № 3. – С. 229-235.
24. Иванова Е.В., Сабанцева Е.Г., Петушкова Е.В. Повторное эндодонтическое лечение в структуре обращаемости по обязательному медицинскому страхованию на примере городской стоматологической поликлиники // Эндодонтия Today. - 2021. - Т. 19, № 3. – С. 148-152.
25. Иванова Е.В., Сабанцева Е.Г., Петушкова Е.В. Повышение эффективности повторного эндодонтического лечения посредством механического удаления биопленки корневых каналов // Клиническая стоматология. – 2022. – Т. 25, № 3. – С. 6-12.
26. Кабытова М.В., Питерская Н.В. Сравнительная оценка пломбировочных материалов, используемых в апикальной хирургии // Colloquium-Journal. — 2020. — № 13-2 (65). — С. 44–47.
27. Кириенкова Е.А., Васильцова С.В., Максименко К.В. и др. Анализ ошибок эндодонтического лечения по данным визиографии // Верхневолжский медицинский журнал. — 2023. — Т. 22, № 2. — С. 13–17.
28. Кирюхина А.А., Кабытова М.В. Преимущества лечение зубов с использование оптических систем // Инновации. Наука. Образование. - 2021. - № 36. - С. 2490–2492.
29. Ковалева О.В., Верховский А.Е., Василевский С.А. Анализ качества пломбирования корневых каналов зубов в условиях частного стоматологического приема // Уральский медицинский журнал. — 2020. — № 9 (192). — С. 49–51.

30. Когина Э.Н., Герасимова Л.П., Саптарова Л.М., Саптаров Ю.Н. Сравнительный анализ эффективности лечения деструктивных форм периодонтита // Клиническая стоматология. — 2018. — № 3 (87). — С. 13–16.
31. Козлова И.В. Лабораторные исследования физико-механических свойств минерал-триоксид-агрегантных материалов в эндодонтии // Известия Российской Военно-медицинской Академии. - 2022. - Т. 41, № S2. - С. 209–212.
32. Корнетова И.В., Митронин А.В., Рабинович И.М. Современные возможности первичного эндодонтического лечения хронического апикального периодонтита эндопародонтального происхождения // Эндодонтия Today. — 2021. — Т. 19, № 4. — С. 338–342.
33. Кузьмина Е.А., Чуев В.П. Триоксидент — ретроградное пломбирование зубов, и не только // Проблемы Стоматологии. - 2005. - № 4. - С. 60–61.
34. Кулаков А.А., Абакаров Б.Ш., Иванова М.А. Посещаемость врачей-стоматологов-хирургов в расчете на 1 жителя в год в субъектах Российской Федерации в 2017–2023 гг. // Стоматология. — 2025. — Т. 104, № 3. — С. 53–56.
35. Кулаков А.А., Коган Е.А., Брайловская Т.В. и др. Морфологические и молекулярно-биологические особенности воспалительных и регенераторных процессов в тканях пародонта при периимплантите и пародонтите // Доклады Российской академии наук. Науки о жизни. — 2020. — Т. 492, № 1. — С. 300–304.
36. Кулаков А.А., Коган Е.А., Николенко В.Н. и др. Клинико-морфологическое и иммуно-гистохимическое исследование тканей при периимплантите и пародонтите // Медицинский вестник Северного Кавказа. — 2019. — Т. 14, № 4. — С. 653–659.
37. Липунова М.В., Саввиди К.Г., Саввиди Г.Л. и др. Клиническая оценка эффективности применения «Триоксидента» для пломбирования апикальной части каналов корней зубов при повторном эндодонтическом

лечение перед протезированием // Верхневолжский Медицинский Журнал. - 2013. - Т. 11, № 3. - С. 35–37.

38. Лопатин О.А. Методы повышения эффективности визуализации в терапевтической стоматологии // Современная Стоматология. - 2016. - № 1(62). - С. 66–69.

39. Лосев Ф.Ф., Васильев А.В., Бадалян В.А., Наджарян Л.А., Миронов А.В., Галкин А.В. Способ определения герметичности пломбирования зубных каналов. Патент на изобретение RU (11) 2 848 876 (13) C1, 21.10.2025. – Заявка №2025114075 от 26.05.2025.

40. Луцкая И.К. Препарирование корневых каналов как этап реставрации зуба // Современная стоматология. — 2022. — № 4 (89). — С. 8–14.

41. Луцкая И.К. Профилактика ошибок и осложнений на этапах эндодонтического лечения // Современная стоматология. — 2024. — № 1 (92). — С. 23–30.

42. Луцкая И.К., Лопатин О.А. Диагностика и лечение зуба при хроническом апикальном периодонтите со свищом // Современная стоматология. — 2020. — № 2 (79). — С. 36–41.

43. Лысенко А.В., Ступин М.Г., Максимчук И.И., Пономарева М.И. Современный взгляд на операцию резекции верхушки корня. Часть I: Протокол апикальной микрохирургии // Институт Стоматологии. - 2024. - № 4(105). - С. 63–65.

44. Македонова Ю.А., Адамович Е.И. и др. Состояние периодонта при неудачах эндодонтического лечения // Colloquium-Journal. — 2020. — № 10-3 (62). — С. 50–52.

45. Македонова Ю.А., Фирсова И.В., Поройский С.В. и др. Клинико-рентгенологические особенности строения полости зуба и корневых каналов зубов верхней челюсти // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1(часть 1). - С. 1307.

46. Малыгин В.Е., Леженина С.В., Губанова Г.Ф., Шарипов Ф.Ф. Ошибки и осложнения при эндодонтических манипуляциях // Проблемы научной мысли. — 2025. — Т. 7, № 2. — С. 20–31.

47. Мамедзаде Р.Э. Современные материалы, техники ирригации и активации в эндодонтическом лечении зубов // Вестник стоматологии. — 2017. — № 1 (98). — С. 66–69.

48. Манак Т.Н. Динамическая оценка эффективности различных протоколов эндодонтического лечение при помощи периапикального индекса // Современная Стоматология. - 2016. - № 4(65). – С. 35-39.

49. Маругина Т.Л., Череватенко А.И. Сравнительный Анализ материалов для ретроградного пломбирования корневых каналов зубов по степени краевой проницаемости // Сибирский стоматологический форум. Инновационные подходы к образованию, науке и практике в стоматологии: Труды XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Красноярск, 2020. - С. 101–105.

50. Минченя О.В., Григорьев С.В., Королев А.Ю., Звонко Н.С. Влияние соотношения порошок/жидкость стеклоиономерного цемента на его твердость *in vitro* // Стоматология. Эстетика. Инновации. – 2019. – Т. 3, № 3. – С. 319-326.

51. Нагаева М.О., Кречкивская О.А., Курбанов М.Г. Влияние ретроградного пломбирования на проницаемость зоны резекции корня при хирургическом лечение апикального периодонтита // Университетская Медицина Урала. - 2016. - Т. 2, № 5. - С. 33–35.

52. Наджарян Л.А., Васильев А.В., Бадалян В.А., Галкин А.С., Миронов А.В., Лосев Ф.Ф. Лабораторное исследование герметичности материалов, используемых при ретроградном пломбировании // Стоматология. – 2025. – Т. 104, №6. – С. 5-10.

53. Наджарян Л.А., Бадалян В.А., Шеплев Б.В. Результаты клинического обследования пациентов после апикальной хирургии с ретроградным пломбированием материалом минерал-триоксид-агрегат и

стеклоиономерным цементом // Стоматология. – 2025. – Т. 104, №6.2. – С. 51–55.

54. Осипенко А.В. Дистракционный Остеогенез — репаративная или физиологическая регенерация костной ткани // Клеточные Технологии — Практическому Здравоохранению: Сборник научных работ. конф., посв. 80-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, член-корр., д.м.н., проф. А.П. Ястребова. - Екатеринбург, 2019. - С. 48–53.

55. Петрухина Н.Б., Рабинович И.М., Венедиктова В.А., Салтовец М.В. Клинико-лабораторный биоинформационный алгоритм по оптимизации эндодонтического лечения // Клиническая стоматология. — 2023. — Т. 26, № 1. — С. 52–58.

56. Постников М.А., Розенбаум А.Ю., Чигарина С.Е. и др. Сравнительный анализ применения остеопластических материалов по результатам компьютерной томографии после цистэктомии с одномоментной резекцией верхушки корня зуба // Институт стоматологии. — 2022. — № 2 (95). — С. 28–29.

57. Рабинович И.М., Голубева С.А., Снегирев М.В. Оценка эффективности фотодинамической терапии при лечении хронического апикального периодонтита в отдалённые сроки // Стоматология. — 2018. — Т. 97, № 6-2. — С. 12.

58. Рабинович И.М., Корнетова И.В. Лечение хронического апикального периодонтита на основе современной эндодонтической концепции // Эндодонтия Today. — 2015. — № 2. — С. 55–60.

59. Рабинович И.М., Надточий А.Г., Снегирев М.В., Мархеев Ч.И. Частота выявления патологической резорбции корня зуба по данным рентгенологического исследования // Клиническая стоматология. — 2020. — № 4 (96). — С. 25–31.

60. Рабинович И.М., Петрухина Н.Б., Ших Е.В. и др. Стоматологический гель Холисал на этапе консервативного лечения

воспалительных заболеваний пародонта // Стоматология. — 2023. — Т. 102, № 5. — С. 34–39.

61. Рабинович И.М., Снегирев М.В., Петрухина Н.Б. и др. Клиническая эффективность консервативного лечения пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом с применением геля Холисал // Стоматология. — 2024. — Т. 103, № 2. — С. 24–31.

62. Разумова С., Селифанова Е., Манвелян А. и др. Опыт сочетанного лечение хронического апикального периодонтита с применением оперативных методов лечения // Эндодонтия Today. - 2017. - Т. 15, № 2. - С. 55–58.

63. Реутов А.С., Скворцова Е.Н. и др. Стоматология: ошибки и осложнения в эндодонтии // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. — 2023. — № 9-2. — С. 155–159.

64. Сахарук Н.А., Колчанова Н.Э., Гречиха А.С., Аманова Ш. Сравнительная эффективность медикаментозной обработки системы корневых каналов // Стоматология. Эстетика. Инновации. - 2020. - Т. 4, № 2. - С. 143–152.

65. Сирак С.В., Адамчик А.А., Кобылкина Т.Л. и др. Сравнительная характеристика препаратов для временного пломбирования корневых каналов при лечении апикального периодонтита // Эндодонтия Today. — 2016. — № 4. — С. 25–28.

66. Тарасенко С.В., Григорьянц Л.А., Морозова Е.А. и др. Гистологическая оценка воспалительной реакции мягких и твердых тканей полости рта на введение пломбировочного материала на основе цинк-эвгенольного цемента в эксперименте // Стоматология. — 2019. — Т. 98, № 5. — С. 11–14.

67. Терпигорьева Л.П., Педорец А.П., Пиляев А.Г. и др. Клиническое обоснование выбора оптимальных пределов препарирования корневого



канала при лечении хронического периодонтита // Архив клинической и экспериментальной медицины. — 2021. — Т. 30, № 2. — С. 148–151.

68. Фадеев Р.А., Рыжова Д.В. Применение средств оптического увеличения в стоматологии // Институт стоматологии. - 2015. - № 4(69). - С. 89–91.

69. Хабадзе З.С., Зорян А.В., Магай В.Е. и др. Biodentine™ или МТА ProRoot™: Сравнительный анализ применения в эндодонтической практике // Эндодонтия Today. - 2019. - Т. 17, № 3. - С. 47–53.

70. Хабадзе З.С., Исмаилов Ф.Р. Оптимизация повторного эндодонтического лечение // Эндодонтия Today. - 2020. - Т. 18, № 1. - С. 31–36.

71. Царев В.Н., Подпорин М.С., Ипполитов Е.В. Оценка эффективности эндодонтической дезинфекции корневых каналов зуба с применением сканирующей электронной микроскопии микробной биопленки // Бактериология. - 2017. - Т. 2, № 1. - С. 6–13.

72. Чернецкий В.А., Шевела Т.Л. Экспериментальный анализ пломбировочных материалов, применяемых при резекции верхушки корня зуба // Студенческая медицинская наука XXI в. Материалы XXIII международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных. - Витебск, 2023.

73. Шайымбетова А.Р., Шаяхметов Д.Б., Сулайманкулова С.К. Отдалённые результаты лечения хронического верхушечного периодонтита // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. — 2023. — Т. 23, № 5. — С. 94–97.

74. Шумилович Б.Р., Биштова И.С., Фонштейн А.М., Селин Р.В. Проблема регенерации костной ткани при повторном эндодонтическом лечение: биоактивные силеры, механизм действия // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2020. - Т. 23, № 2. - С. 43–51.

75. Юдина Н.А., Пиванкова Н.Н. Диагностическое значение конусно-лучевой компьютерной томографии в эндодонтии // Современная Стоматология. - 2021. - № 3(84). - С. 23–26.
76. Abbott P.V. Present Status and Future Directions: Managing Endodontic Emergencies // Int Endod J. - 2022. - Vol. 55(3). - P. 778–803.
77. Abusrewil S.M., McLean W., Scott J.A. The Use of Bioceramics as Root-end Filling Materials in Periradicular Surgery: A Literature Review // Saudi Dent J. - 2018. - Vol. 30(4). - P. 273–282.
78. Al Khuwaitir S., Patel S., Bakhsh A. et al. Prognostic Factors Affecting the Outcome of Surgical Root Canal Treatment — A Retrospective Cone-Beam Computed Tomography Cohort Study // Journal of Clinical Medicine. - 2024. - Vol. 13(6). - P. 1692.
79. Amoroso-Silva P., Brasil S.C., Pérez A.R. et al. Influence of Sealer Type on Treatment Outcome of Teeth with Apical Periodontitis: A Systematic Review // Braz Dent J. - 2023. - Vol. 34(5). - P. 1–21.
80. Angerame D., De Biasi M., Porrelli D. et al. Retreatability of Calcium Silicate-based Root Canal Sealer Using Reciprocating Instrumentation with Different Irrigation Activation Techniques in Single-rooted Canals // Australian Endodontic Journal. - 2022. - Vol. 48(3). - P. 415–422.
81. Ashi T., Mancino D., Hardan L. et al. Physicochemical and Antibacterial Properties of Bioactive Retrograde Filling Materials // Bioengineering (Basel). - 2022. - Vol. 9(11). - P. 624.
82. Azim A.A., Wang H.H., Serebro M. Selective Retreatment and Sinus Lift: An Alternative Approach to Surgically Manage the Palatal Roots of Maxillary Molars // Journal of Endodontics. - 2021. - Vol. 47(4). - P. 648–657.
83. Baranwal A.K., Paul M.L., Mazumdar D. et al. An Ex-vivo Comparative Study of Root-end Marginal Adaptation Using Grey Mineral Trioxide Aggregate, White Mineral Trioxide Aggregate, and Portland Cement Under Scanning Electron Microscopy // J Conserv Dent. - 2015. - Vol. 18(5). - P. 399–404.

84. Barik S., Patil S., Chudasma K et al. Impact of Acidic and Alkaline Environments on the Surface Morphology of Biodentine and White Mineral Trioxide Aggregate — An In-vitro Study // Indian J Dent Res. - 2025. - Vol. 36(1). – P. 81-84.
85. Basso Á., Salas F., Hernández M. et al. Machine Learning and Deep Learning Models for the Diagnosis of Apical Periodontitis: A Scoping Review // Clin Oral Investig. - 2024. - Vol. 28(11). - P. 600.
86. Bhullar K.K., Gupta V., Sapra M. et al. Evaluation of Surface Microstructure and Compressive Strength of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine in the Existence and Absence of Oral Tissue Fluids // Int J Clin Pediatr Dent. - 2024. - Vol. 17(1). - P.1–5.
87. Bieszczad D., Wichlinski J., Kaczmarzyk T. Factors Affecting the Success of Endodontic Microsurgery: A Cone-Beam Computed Tomography Study // J Clin Med. - 2022. - Vol. 11. - P. 3991.
88. Bieszczad D., Wichlinski J., Kaczmarzyk T. Treatment-Related Factors Affecting the Success of Endodontic Microsurgery and the Influence of GTR on Radiographic Healing — A Cone-Beam Computed Tomography Study // J Clin Med. - 2023. - Vol. 12. - P. 6382.
89. Bordagaray M.J., Fernández A., Garrido M. et al. Systemic and Extraradicular Bacterial Translocation in Apical Periodontitis // Front Cell Infect Microbiol. - 2021. - Vol. 11. - P. 649925.
90. Bortoluzzi E.A., Cassel de Araújo T., Carolina Corrêa Néis A. et al. Effect of Different Water-to-Powder Ratios on Dimensional Stability and Compressive Strength of Mineral Aggregate-based Cements // Eur Oral Res. - 2019. - Vol. 53(2). - P. 94–98.
91. Bucchi C., Rosen E., Taschieri S. Non-surgical Root Canal Treatment and Retreatment Versus Apical Surgery in Treating Apical Periodontitis: A Systematic Review // Int Endod J. - 2023. - Vol. 56(3). - P. 475–486.

92. Bürklein S., Arias A. Effectiveness of Root Canal Instrumentation for the Treatment of Apical Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis // *Int Endod J.* - 2023. - Vol. 56(3). - P. 395–421.
93. Cabanillas-Balsera D., Areal-Quecuty V., Cantiga-Silva C. et al. Prevalence of Apical Periodontitis and Non-retention of Root-filled Teeth in Hypertensive Patients: Systematic Review and Meta-analysis // *Int Endod J.* - 2024. - Vol. 57(3). - P. 256–269.
94. Camilleri J. *Mineral Trioxide Aggregate in Dentistry. From Preparation to Application.* - Springer, 2014. — 214 p.
95. Connert T., Weiger R., Krastl G. Present Status and Future Directions — Guided Endodontics // *Int Endod J.* - 2022. - Vol. 55(4). - P. 995–1002.
96. Corbella S., Baruffaldi M., Perondi I. et al. Surgically-Oriented Anatomical Study of Mandibular Premolars: A CBCT Study // *Journal of Clinical and Experimental Dentistry.* - 2019. - Vol. 11(10). - P.877–882.
97. Corbella S., Walter C., Tsesis I. Effectiveness of Root Resection Techniques Compared with Root Canal Retreatment or Apical Surgery for the Treatment of Apical Periodontitis and Tooth Survival: A Systematic Review // *Int Endod J.* - 2023. - Vol. 56(3). - P. 487–498.
98. Cruz Hondares T., Hao X., Pelepenko L.E. et al. Antibacterial, Biocompatible, and Mineralization-Inducing Properties of Calcium Silicate-based Cements // *Int J Paediatr Dent.* - 2024. - Vol. 34(6). - P. 843–852.
99. Curtis D.M., VanderWeele R.A., Ray J.J. et al. Clinician-centered Outcomes Assessment of Retreatment and Endodontic Microsurgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumetric Analysis // *J Endod.* - 2018. - Vol. 44(8). - P. 1251–1256.
100. Das U., Gautam V., Shubham S. et al. Evaluation of Microleakage of Orthograde Root-filling Materials in Immature Permanent Teeth: An In Vitro Study // *Int J Biomater.* - 2024. - Vol. 2024. - P. 8867854.
101. de Azevedo Queiroz Í.O., Gonçalves L.O., Takamiya A.S. et al. Hyperglycemic Condition Influence on Mineral Trioxide Aggregate

Biocompatibility and Biomineralization // J Biomed Mater Res B Appl Biomater. - 2020. - Vol. 108(3). - P. 663–673.

102. Duncan H.F., Kirkevang L.L., Peters O.A. et al. Treatment of Pulpal and Apical Disease: The European Society of Endodontology (ESE) S3-Level Clinical Practice Guideline // Int Endod J. - 2023. - Vol. 56(3). - P. 238–295.

103. Džanković A., Hadžiabdić N., Korać S. et al. Sealing Ability of Mineral Trioxide Aggregate, Biodentine and Glass Ionomer as Root-end Materials: A Question of Choice // Acta Med Acad. - 2020. - Vol. 49(3). - P. 232–239.

104. Ergül R., Aksu S., Çalışkan S. et al. Shear Bond Strength of Calcium Silicate-based Cements to Glass Ionomers // BMC Oral Health. - 2024. - Vol. 24(1). - P. 140.

105. Fathima A., Ravindran V., Jeevanandan G. et al. Histologic Assessment of a Fast-set Mineral Trioxide Aggregate (MTA) and Two Novel Antibacterial-enhanced Fast-set MTAs for Apexification and Periapical Healing of Teeth with Incomplete Root Formation in a Rat Model: An In Vivo Animal Study // Cureus. - 2024. - Vol. 16(4). - P. e59064.

106. Fransson H., Dawson V. Tooth Survival after Endodontic Treatment // Int Endod J. - 2023. - Vol. 56(2). - P. 140–153.

107. Geo T.D., Saxena P., Gupta S. Static vs Dynamic Navigation for Endodontic Microsurgery — A Comparative Review // Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. - 2022. - Vol. 12(4). - P. 410–412.

108. Glynis A., Foschi F., Kefalou I. et al. Regenerative Endodontic Procedures for the Treatment of Necrotic Mature Teeth with Apical Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials // J Endod. - 2021. - Vol. 47(6). - P. 873–882.

109. Gonzales C.L., Moraes Dolce V., Castro F.P.L. Major Aspects of Minimally Invasive Endodontic Surgery Using Microsurgery: A Systematic Review // MedNEXT Journal of Medical and Health Sciences. - 2024. - Vol. 5(S3). - P. 1-6.

110. Gupta R., Prasad A.B., Raisingani D. et al. Evaluation of Calcium Ion Release from Apical Plugs Formed by Biodentine and MTA with and Without Incorporation of Triple Antibiotic Powder and Modified Triple Antibiotic Powder (Cefaclor) Using Atomic Absorption Spectrophotometry — An In Vitro Study // *J Conserv Dent Endod.* - 2023. - Vol. 26(5). - P. 519–524.
111. Hilmi A., Patel S., Mirza K. et al. Efficacy of Imaging Techniques for the Diagnosis of Apical Periodontitis: A Systematic Review // *Int Endod J.* - 2023. - Vol. 56(3). - P. 326–339.
112. Huang X., Xu J., Hou B. et al. Proximity of Maxillary Molar Palatal Roots to Adjacent Structures for Endodontic Microsurgery: A Cone-beam Computed Tomography Study // *BMC Oral Health.* - 2025. - Vol. 25(1). - P. 21.
113. Hussein H., Kishen A. Local Immunomodulatory Effects of Intracanal Medications in Apical Periodontitis // *J Endod.* - 2022. - Vol. 48(4). - P. 430–456.
114. Jang S.M., Kim E., Min K.S. An Update on Endodontic Microsurgery of Mandibular Molars: A Focused Review // *Medicina.* - 2021. - Vol. 57(3). - P. 270.
115. Jardine A.P., Rosa K.F.V., Matoso F.B. et al. Marginal Gaps and Internal Voids After Root-end Filling Using Three Calcium Silicate-based Materials: A Micro-CT Analysis // *Braz Dent J.* - 2021. - Vol. 32(4). - P. 1–7.
116. Karahan M., Kiziltan Eliacik B.B., Cagiral U. et al. Investigation of the Biocompatibility of Various Pulp Capping Materials on Zebrafish Model // *PLoS One.* - 2024. - Vol. 19(9). - P. e0310996.
117. Kaur I.P., Sroa R.B., Debbarma M. et al. Outcome Assessment of Three Different Methods of Root-end Preparation and Filling Materials in Endodontic Surgery: A Comparative Clinical Prospective Study // *Contemporary Clinical Dentistry.* - 2024. - Vol. 15(2). - P. 77–83.
118. Kharouf N., Arntz Y., Eid A. et al. Physicochemical and Antibacterial Properties of Novel, Premixed Calcium Silicate-based Sealer Compared to Powder-liquid Bioceramic Sealer // *J Clin Med.* - 2020. - Vol. 9(10). - P. 3096.

119. Kohli M.R., Berenji H., Setzer F.C. et al. Outcome of Endodontic Surgery: A Meta-analysis of the Literature — Part 3: Comparison of Endodontic Microsurgical Techniques with 2 Different Root-end Filling Materials // *Journal of Endodontics*. - 2018. - Vol. 44(6). - P. 923–931.
120. Koutroulis A., Kapralos V., Ørstavik D. et al. Root-filling Materials for Endodontic Surgery: Biological and Clinical Aspects // *Biomaterial Investigations in Dentistry*. - 2024. - Vol. 11. - P. 42172.
121. Kuru E., Eronat N., Türkün M. et al. Comparison of Remineralization Ability of Tricalcium Silicate and Glass Ionomer Cement on Residual Dentin: An In Vitro Study // *BMC Oral Health*. - 2024. - Vol. 24(1). - P. 732.
122. Lai P.T., Wu S.L., Huang C.Y. et al. A Retrospective Cohort Study on Outcome and Interactions Among Prognostic Factors of Endodontic Microsurgery // *J Formos Med Assoc*. - 2022. - Vol. 121(11). - P. 2220–2226.
123. Lee M.Y., Yoon H.W., Kim K.M. et al. Antibacterial Efficacy and Osteogenic Potential of Mineral Trioxide Aggregate-based Retrograde Filling Material Incorporated with Silver Nanoparticle and Calcium Fluoride // *J Dent Sci*. - 2024. - Vol. 19(3). - P. 1783–1791.
124. Li N., Zhang R., Qiao W. et al. Conservative Endodontic Microsurgery to Protect Critical Anatomical Structures — Selective Curettage: A Case Series // *BMC Oral Health*. - 2023. - Vol. 23. - P. 615.
125. Liebhlich S.E. Current Concepts of Periapical Surgery: 2020 Update // *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. - 2020. - Vol. 32(4). - P. 571–582.
126. López-Valverde I., Vignoletti F., Vignoletti G. et al. Long-term Tooth Survival and Success Following Primary Root Canal Treatment: A 5- to 37-Year Retrospective Observation // *Clin Oral Invest*. - 2023. - Vol. 27. - P. 3233–3244.
127. Luo X., Wan Q., Cheng L. et al. Mechanisms of Bone Remodeling and Therapeutic Strategies in Chronic Apical Periodontitis // *Front Cell Infect Microbiol*. - 2022. - Vol. 12. - P. 908859.

128. Macedo Signorelli N.S., Rende S.G.S., Iorio E.L. et al. Identification of Oxidative Stress Biomarkers in Apical Periodontitis: A Scoping Review with Bibliometric Analysis // *Aust Endod J.* - 2024. - Vol. 50(3). - P. 742–760.
129. Mackiewicz E., Bonsmann T., Kaczor-Wiankowska K. et al. Volumetric Assessment of Apical Periodontitis Using Cone-Beam Computed Tomography — A Systematic Review // *Int J Environ Res Public Health.* - 2023. - Vol. 20(4). - P. 2940.
130. Madla-Cruz E., Villanueva-Pérez V.D., De la Garza-Ramos M.A. et al. An In Vitro Evaluation of Endodontic Sealers and an Antibiotic to Assess Their Antimicrobial Effect Against *Enterococcus faecalis* // *Biomater Investig Dent.* - 2024. - Vol. 11. - P. 40646.
131. Mahendran K., Mohamed Hussain M.A., Maloor S.A. et al. Guided Endodontic Surgery — Case Series // *Indian J Dent Res.* - 2023. - Vol. 34(1). - P. 94–97.
132. Matos-Sousa J.M., Chemelo V.S., Frazão D.R. et al. Is There Any Association Between the Presence of Biomarkers and Apical Periodontitis? A Systematic Review // *Front Immunol.* - 2024. - Vol. 15. - P. 1366954.
133. Meire M.A., Bronzato J.D., Bomfim R.A., Gomes B.P.F.A. Effectiveness of Adjunct Therapy for the Treatment of Apical Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis // *Int Endod J.* - 2023. - Vol. 56(3). - P. 455–474.
134. Meschi N., Palma P.J., Cabanillas-Balsera D. Effectiveness of Revitalization in Treating Apical Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis // *Int Endod J.* - 2023. - Vol. 56(3). - P. 510–532.
135. Mrinalini M., Tandan M., Gupta A. et al. Microendodontics at Different Levels from Routine to Complex Cases: A Case Series // *Cureus.* - 2024. - Vol. 16(9). - P.69372.
136. Nabeel M., Abu-Seida A.M., Elgendy A.A. et al. Biocompatibility of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine as Root-end Filling Materials: An In Vivo Study // *Sci Rep.* - 2024. - Vol. 14(1). - P. 3568.



137. Nascimento D., Guedes I.C., Tokura Y. et al. Bacterial Viability in Persistent Apical Periodontitis: A Systematic Review // J Endod. - 2025. - Vol. 51(11). - P. 1549–1556.
138. Niazi S.A., Bakhsh A. Association Between Endodontic Infection, Its Treatment and Systemic Health: A Narrative Review // Medicina (Kaunas). - 2022. - Vol. 58(7). - P. 931.
139. Ordinola-Zapata R., Noblett W.C. et al. Present Status and Future Directions of Intracanal Medicaments // Int Endod J. - 2022. - Vol. 55(3). - P. 613–636.
140. Orstavik D., Kerekes K., Eriksen H.M. The Periapical Index: A Scoring System for Radiographic Assessment of Apical Periodontitis // Endod Dent Traumatol. - 1986. - Vol. 2(1). - P. 20–34.
141. Pallarés-Serrano A., Glera-Suarez P., Tarazona-Alvarez B. et al. Healing of 295 Endodontic Microsurgery Cases After Long-term (5–9 Years) Versus Middle-term (1–4 Years) Follow-up // Journal of Endodontics. - 2022. - Vol. 48(6). - P. 714–721.
142. Pan D., Hao Y., Yuyan T. et al. The Influence of Microorganisms on Bone Homeostasis in Apical Periodontitis // Arch Oral Biol. - 2025. - Vol. 170. - P. 106153.
143. Paños-Crespo A., Sánchez-Torres A., Gay-Escoda C. Retrograde Filling Material in Periapical Surgery: A Systematic Review // Med Oral Patol Oral Cir Bucal. - 2021. - Vol. 26(4). - P. e422–e429.
144. Patri G., Bansal S., Lath H. et al. Comparative Evaluation of the Antibacterial Efficacy of Two Experimental Calcium Silicate-based Intracanal Medicaments: An In Vitro Study // J Conserv Dent Endod. - 2024. - Vol. 27(4). - P. 419–423.
145. Petean I.B.F., Silva-Sousa A.C., Cronenbold T.J. et al. Genetic, Cellular and Molecular Aspects Involved in Apical Periodontitis // Braz Dent J. - 2022. - Vol. 33(4). - P. 1–11.

146. Pinto D., Marques A., Pereira J.F. et al. Long-term Prognosis of Endodontic Microsurgery — A Systematic Review and Meta-analysis // *Medicina*. - 2020. - Vol. 56(9). - P. 447.
147. Pirani C., Camilleri J. Effectiveness of Root Canal Filling Materials and Techniques for Treatment of Apical Periodontitis: A Systematic Review // *Int Endod J*. - 2023. - Vol. 56(3). - P. 436–454.
148. Pushpalatha C., Dhareshwar V., Sowmya S.V. et al. Modified Mineral Trioxide Aggregate — A Versatile Dental Material: An Insight on Applications and Newer Advancements // *Front Bioeng Biotechnol*. - 2022. - Vol. 10. - P. 941826.
149. Qian W., Ma T., Ye M. et al. Microbiota in the Apical Root Canal System of Tooth with Apical Periodontitis // *BMC Genomics*. - 2019. - Vol. 20(2). - P. 189.
150. Reddy S., Gadhiraju S., Quraishi A. et al. Targeted Endodontic Microsurgery: A Guided Approach — A Report of Two Cases // *Contemporary Clinical Dentistry*. - 2022. - Vol. 13(3). - P. 280–283.
151. Ribeiro M.L., Bersaneti L.S., Castro F.P.L. Major Factors for the Effectiveness of Apical Endodontic Microsurgery: A Systematic Review // *MedNEXT Journal of Medical and Health Sciences*. - 2024. - Vol. 5(1). – P. 1-7.
152. Roy M., Bailwad S.A., Bhatnagar A. et al. Evaluation of Microleakage of Mineral Trioxide Aggregate and Biodentine as Apical Barriers in Simulated Young Permanent Teeth // *BMC Oral Health*. - 2024. - Vol. 24(1). - P. 1100.
153. Sabeti M.A., Karimpourtalebi N., Shahravan A. et al. Clinical and Radiographic Failure of Nonsurgical Endodontic Treatment and Retreatment Using Single-cone Technique with Calcium Silicate-based Sealers: A Systematic Review and Meta-analysis // *J Endod*. - 2024. - Vol. 50(6). - P. 735–746.e1.
154. Setzer F.C., Kratchman S.I. Present Status and Future Directions: Surgical Endodontics // *International Endodontic Journal*. - 2022. - Vol. 55(4). - P. 1020–1058.

155. Siqueira J.F. Jr., Rôças I.N. Present Status and Future Directions: Microbiology of Endodontic Infections // *Int Endod J.* - 2022. - Vol. 55(3). - P. 512–530.
156. Stueland H., Ørstavik D., Handal T. Treatment Outcome of Surgical and Non-surgical Endodontic Retreatment of Teeth with Apical Periodontitis // *Int Endod J.* - 2023. - Vol. 56(6). - P. 686–696.
157. Suresh B., Ravindran V. Comparative Analysis of Antimicrobial Properties and Physical Properties of Mineral Trioxide Aggregate Mixed with Distilled Water, Chlorhexidine, and Sodium Hypochlorite Solutions: An In Vitro Study // *Cureus.* - 2024. - Vol. 16(8). - P. e67563.
158. Tibúrcio-Machado C.S., Michelon C., Zanatta F.B. et al. The Global Prevalence of Apical Periodontitis: A Systematic Review and Meta-analysis // *Int Endod J.* - 2021. - Vol. 54(5). - P. 712–735.
159. Torabinejad M., White D.J. Tooth Filling Material and Method of Use, US Patent: 5769638, 1995.
160. Tripathi S., Patni P., Jain P. et al. Nonsurgical Management of Large Periapical Lesions: Case Reports and Review of the Literature // *General Dentistry.* - 2024. - Vol. 72(5). - P. 10–18.
161. Tsesis I., Rosen E., Schwartz-Arad D., Fuss Z. Retrospective Evaluation of Surgical Endodontic Treatment: Traditional Versus Modern Technique // *Journal of Endodontics.* - 2006. - Vol. 32(5). - P. 412–416.
162. V L.P., Ramar K. Comparative Evaluation of the Mechanical and Physical Properties of Mineral Trioxide Aggregate vs. Bacterial Cellulose Nanocrystal-Reinforced Mineral Trioxide Aggregate: An In Vitro Study // *Cureus.* - 2024. - Vol. 16(7). - P. e63632.
163. Von Arx T., Maldonado P., Bornstein M.M. Occurrence of Vertical Root Fractures after Apical Surgery: A Retrospective Analysis // *Journal of Endodontics.* - 2021. - Vol. 47(2). - P. 239–246.
164. Walsh L.J. Novel Approaches to Detect and Treat Biofilms within the Root Canals of Teeth: A Review // *Antibiotics.* - 2020. - Vol. 9(3). - P. 129.

165. Weber M., Schlittenbauer T. et al. Macrophage Polarization Differs Between Apical Granulomas, Radicular Cysts, and Dentigerous Cysts // *Clinical Oral Investigations*. - 2018. - Vol. 22(2). - P. 385–394.
166. Wen Y.H., Lin Y.X., Zhou L. et al. The Immune Landscape in Apical Periodontitis: From Mechanism to Therapy // *International Endodontic Journal*. - 2024. - Vol. 57(11). - P. 1526–1545.
167. Widbiller M., Knüttel H., Meschi N. et al. Effectiveness of Endodontic Tissue Engineering in Treatment of Apical Periodontitis: A Systematic Review // *Int Endod J*. - 2023. - Vol. 56(3). - P. 533–548.
168. Wikström A., Brundin M., Lopes M.F. et al. What Is the Best Long-term Treatment Modality for Immature Permanent Teeth with Pulp Necrosis and Apical Periodontitis? // *Eur Arch Paediatr Dent*. - 2021. - Vol. 22(3). - P. 311–340.
169. Yamada M., Kasahara N., Matsunaga S. et al. Critical Factors Affecting Outcomes of Endodontic Microsurgery: A Retrospective Japanese Study // *Dentistry Journal*. - 2024. - Vol. 12(8). - P. 266.
170. Zhang J.L., Yun J., Yue L. et al. Distinctive Microbiota Distribution from Healthy Oral to Post-treatment Apical Periodontitis // *Front Cell Infect Microbiol*. - 2022. - Vol. 12. - P. 980157.
171. Zhang Y., Guo J., Jia R. Treg: A Promising Immunotherapeutic Target in Oral Diseases // *Front Immunol*. - 2021. - Vol. 12. - P. 667862.
172. Zubizarreta-Macho Á., Castillo-Amature C., Montiel-Company J.M. et al. Efficacy of Computer-aided Static Navigation Technique on the Accuracy of Endodontic Microsurgery: A Systematic Review and Meta-analysis // *Journal of Clinical Medicine*. - 2021. - Vol. 10(2). - P. 313.