

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
И.М. СЕЧЕНОВА МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

*На правах рукописи*



Волошина Анна Анатольевна

**Клинико-экспериментальное обоснование применения активации раствора  
антисептика в корневых каналах зубов со сложной анатомией**

3.1.7. Стоматология

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

**Научный руководитель:**  
кандидат медицинских наук, доцент  
Дорофеев Алексей Евгеньевич

Москва – 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	13
1.1 Сложная анатомия корневого канала зуба как препятствие к полноценной инструментальной и медикаментозной обработке .....	13
1.2 Ошибки и осложнения, возникающие в процессе инструментальной обработки и их влияние на прогноз лечения.....	17
1.3 Микробиома корневых каналов.....	22
1.4 Растворы для ирригации корневых каналов и способы их введения .....	25
1.5 Методы и средства активации раствора ирриганта в просвете корневого канала.....	31
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	36
2.1 Общая характеристика исследуемых групп .....	36
2.2 Экспериментальные методы исследования.....	38
2.2.1 Общая характеристика эндоблока .....	38
2.2.2 Инструментальная и медикаментозная обработка искусственного корневого канала с фотофиксацией .....	41
2.3 Клинические методы исследования .....	43
2.3.1 Общее клиническое стоматологическое обследование .....	43
2.3.2 Обследование зуба с хроническим апикальным периодонтитом .....	43
2.3.3 Рентгенологическое обследование .....	45
2.3.4 Проведение эндодонтического лечения .....	46
2.3.5 Контроль эндодонтического лечения.....	51
2.4 Бактериологическое исследование микрофлоры корневого канала.....	51
2.5 Статистическая обработка данных.....	52
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	53
3.1 Результаты изучения частоты встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах различной групповой принадлежности .....	53

3.2 Результаты экспериментального исследования эффективности эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, с помощью разных способов ирригации, проведенного на модели сильно изогнутого корневого канала .....	55
3.3 Результаты изучения эффективности деконтаминации сильно изогнутых корневых каналов зубов с помощью разных способов ирригации при хроническом периодонтите .....	62
3.4 Результаты клинических исследований.....	65
ГЛАВА 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ..	75
ВЫВОДЫ .....	86
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	88
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	90

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в настоящее время заболевания периапикальных тканей являются весьма распространенными. Эта патология составляет 25-30% от общего числа обращений и наблюдается во всех возрастных группах.

Периодонтит часто является причиной развития гнойных воспалительных процессов челюстно-лицевой области, таких как абсцессы и флегмоны. Периодонтит приводит к потере зубов, что, в свою очередь, способствует возникновению вторичных деформаций зубных рядов и развитию патологии височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС).

Причиной развития периодонтита является несвоевременное и некачественное эндодонтическое лечение. В связи с этим, актуальным является вопрос совершенствования эндодонтических лечебных мероприятий, применяемых как при первичном, так и при повторном эндодонтическом лечении [58].

И. К. Луцкая в статье «Ошибки и осложнения, возникающие на этапах эндодонтического лечения» говорит о том, что к развитию периодонтита могут приводить неправильные врачебные манипуляции, способствующие проникновению микроорганизмов и их токсинов в ткани периодонта [5, 29].

В связи с тем, что микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности играют ведущую роль в развитии патологии пульпы и периодонта, главной целью эндодонтического лечения является качественная дезинфекция всей системы корневых каналов пораженного зуба. Эта цель может быть достигнута за счет тщательной механической и медикаментозной обработки корневых каналов зубов [21, 78, 129].

Особую проблему представляет лечение зубов со сложной анатомией корневых каналов, в частности зубы с сильно изогнутыми корневыми каналами

[27, 50]. Данное обстоятельство делает актуальным вопрос уточнения частоты встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах разной групповой принадлежности.

Обработка сильно изогнутых корневых каналов представляет сложности для практикующих врачей. В связи с этим, улучшение качества дезинфекции корневых каналов со сложной анатомией является актуальной задачей, которая может быть решена за счет повышения эффективности ирригации сильно изогнутых корневых каналов зубов на этапах эндодонтического лечения [10, 13, 60].

### **Степень разработанности темы исследования**

Анализ литературных источников показал, что имеется большое количество работ, посвященных повышению эффективности ирригации корневых каналов зубов. С этой целью разрабатываются различные ирригационные системы. Однако наиболее часто для улучшения качества ирригации и усиления антибактериального действия используется звуковая и ультразвуковая активация ирригационного дезинфицирующего раствора, помещенного в корневой канал зуба.

В статье Сорокоумова Д.В., Григорьев С.С., Лаптева К.А., Шабалина Д.С., Киселева Д.В., Шагалов Е.С., Леонова Л.В. 2019г. «Сравнительная оценка эффективности ультразвуковых и звуковых методов активации ирригационного раствора в корневых каналах с простой и сложной анатомией (экспериментальное исследование)» приводится доказательство того, что наибольшей эффективностью обладает комбинированное, т.е. последовательное применение ультразвуковой и звуковой активации ирригационного раствора [59, 164].

К сожалению, в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами применение ультразвуковой активации является небезопасным из-за большой вероятности заклинивания и отлома, используемой ультразвуковой насадки в корневом канале [48, 53, 117].

При проведении звуковой активации используется гибкая пластиковая насадка, с помощью которой представляется возможным безопасно активировать ирригационный раствор и в сильно изогнутом корневом канале. Однако, в доступной литературе не имеется достаточно полной информации об эффективности применения звуковой активации ирригационного раствора при эндодонтическом лечении зубов с сильно изогнутыми корневыми каналами. Решению этого вопроса посвящено данное диссертационное исследование.

## **Цель и задачи исследования**

### **Цель исследования**

Повышение эффективности эндодонтического лечения путем совершенствования протокола ирригации корневых каналов зубов со сложной анатомией.

### **Задачи исследования**

1. По данным рентгенологического исследования изучить частоту встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах разной групповой принадлежности.
2. Разработать модель, позволяющую оценить эффективность различных способов ирригации сильно изогнутых корневых каналов зубов.
3. В эксперименте, с помощью разработанной модели, сравнить эффективность эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, из сильно изогнутого корневого канала с помощью звуковой активации ирригационного раствора и без нее.
4. Изучить эффективность деконтаминации сильно изогнутых корневых каналов зубов при лечении хронического периодонтита с применением звуковой активации ирригационного раствора и без нее.
5. По результатам клинико-рентгенологического обследования оценить эффективность лечения хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми

корневыми каналами, ирригация которых проводилась со звуковой активацией раствора антисептика и без активации раствора антисептика.

### **Научная новизна**

Уточнены данные о частоте встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах разной групповой принадлежности.

Разработана оригинальная модель, позволяющая оценить эффективность различных способов ирригации сильно изогнутых корневых каналов зубов.

Впервые, с помощью разработанной модели, в эксперименте проведено сравнение эффективности эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, из сильно изогнутого корневого канала с помощью звуковой активации ирригационного раствора и без нее.

Изучена эффективность деконтаминации сильно изогнутых корневых каналов зубов при лечении хронического периодонтита с применением звуковой активации ирригационного раствора и без нее.

Изучена эффективность лечения хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами, ирригация которых проводилась со звуковой активацией раствора антисептика.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Применение звуковой активации раствора антисептика при проведении ирригации корневых каналов повышает эффективность эндодонтического лечения зубов со сложной анатомией, а именно зубов с сильно изогнутыми корневыми каналами.

Уточнены данные о частоте встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах разной групповой принадлежности.

Разработана оригинальная модель, которая позволяет отрабатывать мануальные навыки при эндодонтическом лечении зубов с сильно изогнутыми корневыми каналами.

Доказана высокая антибактериальная эффективность ирригации корневых каналов зубов с применением звуковой активации раствора антисептика при лечении хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами.

Результаты настоящего исследования внедрены в учебный процесс кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний Института стоматологии имени Е.В. Боровского при изучении дисциплины «Пропедевтика стоматологических заболеваний», читаемой студентам по направлению подготовки (специальности) 31.05.03 Стоматология. Акт № 518 от 18.10.2024 о внедрении результатов диссертации в учебный процесс.

Материалы диссертации могут быть использованы для образовательного процесса у студентов стоматологических факультетов медицинских университетов, а также в системе дополнительного профессионального образования у врачей-стоматологов.

Результаты настоящего исследования внедрены в лечебный процесс стоматологической клиники ГАУЗ «СП № 24 ДЗМ» Акт б/н от 18.10.2024 г.

### **Методология и методы исследования**

Диссертационная работа выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. В работе были использованы клинические, экспериментальные и микробиологические методы исследования. Исследование проведено на обширном клиническом материале – 100 больных с хроническим периодонтитом в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами. Предметом исследования являлась оценка эффективности применения звуковой активации раствора антисептика при проведении ирригации сильно изогнутых корневых каналов зубов.

С помощью рентгенологического исследования уточнены данные о частоте встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах разной групповой принадлежности.

С использованием разработанной модели, проведено сравнение эффективности эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, из сильно изогнутого корневого канала с помощью звуковой активации ирригационного раствора и без нее.

С помощью микробиологического исследования изучена антибактериальная эффективность ирригации корневых каналов зубов с применением звуковой активации раствора антисептика при лечении хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами.

С помощью клинико-рентгенологического исследования изучена эффективность лечения хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами, ирригация которых проводилась со звуковой активацией раствора антисептика.

В работе использованы современные методики сбора и обработки исходной информации с применением статистических программ.

### **Личный вклад автора**

Автор лично участвовал в планировании, постановке целей и задач исследования, проводил подбор и анализ литературы. Автор разработал схему экспериментального исследования и самостоятельно провел его. Автор самостоятельно принимал непосредственное участие в обследовании, заборе материала для проведения микробиологического исследования и лечении 100 пациентов с хроническим периодонтитом в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами. Автор лично оценивал отдаленные результаты, проведенного лечения. Автором самостоятельно проведена статистическая обработка полученных результатов исследования с использованием

компьютерных программ. На основании проведенной работы автор сделал обобщающие выводы и разработала практические рекомендации.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. В экспериментальных условиях при применении звуковой активации ирригационного раствора наблюдается тенденция к более эффективной эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, из сильно изогнутого корневого канала. При этом, у больных с хроническим периодонтитом звуковая активация антисептика при проведении ирригации более эффективно снижает уровень контаминации сильно изогнутых корневых каналов по сравнению с традиционным методом ирригации.

2. Применение звуковой активации раствора антисептика при проведении ирригации корневых каналов повышает эффективность лечения хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами.

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

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.7. Стоматология, пунктам 1 «Изучение этиологии, патогенеза, эпидемиологии, методов профилактики, диагностики и лечения поражений твердых тканей зубов (кариес и др.), их осложнений» и 8 «Экспериментальные исследования по изучению этиологии, патогенеза, лечения и профилактики основных стоматологических заболеваний» направлений исследований.

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

Достоверность проведенного исследования определяется данными экспериментальных, микробиологических и клинических исследований на

современном оборудовании с использованием соответствующего программного обеспечения, применением современных методов статистической обработки данных.

Основные положения диссертационной работы доложены на Международной научно-практической конференции – 2023 «Современные аспекты комплексной стоматологической реабилитации пациентов с дефектами челюстно-лицевой области», посвящённая 60-летию стоматологического факультета КубГМУ (Краснодар, 2023), Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной стоматологии», посвященной 90-летию КГМУ (Курск, 2024)

Апробация диссертационной работы проведена на совместном заседании кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний, кафедры терапевтической стоматологии, кафедры ортопедической стоматологии, кафедры хирургической стоматологии Института стоматологии имени Е.В. Боровского Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет) (г. Москва, 10.01.2025 (пр. № 6).

### **Публикации по теме диссертации**

По результатам исследования автором опубликовано 4 работы, в том числе 3 научные статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий Сеченовского Университета/Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук; 1 патент на полезную модель.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационное исследование изложено на 111 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций и

списка литературы. Работа иллюстрирована 13 таблицами, 22 рисунками. Список литературы содержит 172 источника, из них 73 – отечественных и 99 – зарубежных авторов.

## ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1 Сложная анатомия корневого канала зуба как препятствие к полноценной инструментальной и медикаментозной обработке

Одной из основных задач эндодонтического лечения является уничтожение инфекции в корневом канале. Это достигается последовательным выполнением следующих шагов эндодонтического лечения, таких как: очистка и дезинфекция корневого канала для удаления тканей пульпы, микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности; препарирование корневого канала с механическим иссечением инфицированной дентина, obturation системы корневого канала и создание биологического барьера для предотвращения реинфицирования.

Самая главная цель эндодонтического лечения – сохранение зуба как функциональной единицы жевательного аппарата, восстановление целостности периапикальных тканей и предупреждение аутоинфекции и сенсбилизации организма [15, 78].

Одним из этапов эндодонтического лечения является инструментальная и медикаментозная обработка корневых каналов. Данный этап необходим для того, чтобы обеспечить проходимость корневого канала, определить его длину, а также устранить инфекцию.

Сложность системы корневых каналов представляет собой проблему для практикующего врача [24, 155].

Эндодонтическое лечение не всегда бывает успешным, так как оно представляет собой сложную инвазивную процедуру. Особенно трудным бывает лечение в корневых каналах со сложной анатомией. Некоторые осложнения могут возникнуть во время или после процедуры лечения корневого канала из-за плохого понимания анатомии и ятрогенных ошибок, в основном во время инструментальной обработки. Хотя некоторые из этих проблем можно предвидеть, многие из них невозможно предсказать. Реинфекция или постоянные инфекции: лечение корневых каналов может быть неудачным из-за стойких

бактериальных инфекций или повторных инфекций. К ним относятся неадекватное формирование, очистка и процедуры obturации, плохие реставрации и обнажение через перелом. Средства правовой защиты зависят от основной причины повторного заражения и пораженных частей. Постоянная инфекция является основной причиной эндодонтических неудач [8, 149, 151].

Основная цель эндодонтического лечения — заживление периапикальных тканей, достигаемое путем устранения бактерий и их побочных продуктов из канала и предотвращения повторного заражения. Понимание анатомии корневых каналов является неотъемлемой частью эндодонтического лечения. Анатомические формы и вариации зубов должны быть хорошо известны, одним из них являются дополнительные корни/каналы. Хотя возможные отклонения анатомии каналов следует учитывать для всех зубов, некоторые зубы следует выделить [7, 136].

Эндодонтическое лечение корневых каналов со сложной анатомией всегда представляет собой сложную задачу, поскольку может привести к несчастным случаям, таким как перфорации [69, 80, 115]

Воспалительная реакция в периапикальных тканях вызвана микробной инфекцией в системе корневых каналов. Целью лечения корневых каналов является сохранение здоровых периапикальных тканей или обеспечение их заживления в восстанавливаемых зубах. Количество микробных клеток в системе корневых каналов и их вирулентность, а также реакция организма влияют на степень периапикального воспаления и симптомы. Образование микробной биопленки обычно наблюдается на стенках корневых каналов, но некоторые виды микробов способны проникать в дентинные каналы на разную глубину. При длительных и осложненных инфекциях или в случае риска системного распространения инфекции рекомендуется взятие проб из корневых каналов для микробиологической диагностики. Анаэробные грамотрицательные палочки обычно являются изолированными организмами при первичных инфекциях. При постлечебном заболевании микрофлора доминирует из факультативно анаэробных грамположительных кокков и палочек, таких как виды *Streptococcus*,

*Enterococcus*, *Peptostreptococcus* и *Actinomyces*. Инструментальная обработка, дезинфекция и медикаментозное лечение в строгих асептических условиях являются важнейшими шагами для искоренения микробных видов из инфицированной системы корневых каналов. В течение последних десятилетий *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans* были обычными сопутствующими организмами при инфекциях, устойчивых к лечению. Новые методы обнаружения микробов дают все больше знаний о микробных видах, связанных с эндодонтическими инфекциями, и их роли в них [3, 53, 60, 159].

Вскрытие стенки пульповой камеры и области корня могут возникать при доступе к пульповой камере и во время инструментальной обработки корневых каналов [6, 50, 150].

Перфорации из полости пульпы в периодонт приводят к осложнениям, которые часто приводят к удалению корня или зуба. Идентификация перфораций возможна путем прямого наблюдения за кровотечением, непрямой оценки кровотечения с помощью бумажных штифтов, рентгенографии и апекслокатора. Успешное лечение зависит в основном от немедленной герметизации и предотвращения инфицирования. На достижение этих целей влияет несколько факторов, таких как время возникновения, размер и расположение перфорации, а также лабильность пломбирочного материала для герметизации поражения [31, 56, 166].

Искривление и кальцификация корневых каналов создают факторы, повышающие риск осложнений во время лечения корневых каналов. Невозможность достижения проходимости в апикальной трети, асимметричное удаление дентина, приводящее к транспортировке, перфорации и перелому инструмента внутри криволинейных траекторий, являются некоторыми из процедурных проблем, которые могут поставить под угрозу лечение интракорневой инфекции и привести к плохим результатам лечения [93].

Из-за сложной анатомии пространств корневых каналов использование только эндоинструментов неэффективно для создания свободных от бактерий пространств корневых каналов. Для обеспечения успеха эндодонтического

лечения в сочетании с механическими инструментами используются ирригаторы, дезинфицирующие средства, ополаскиватели и лекарственные препараты во время посещения [75].

Основная причина эндодонтических неудач почти всегда связана с бактериальной инфекцией. Бактерии могут располагаться в ранее пропущенной или неинструментированной части корневого канала, проникать через негерметичную коронковую реставрацию и корневую пломбу или вызывать контаминацию из-за внекорневой инфекции. Лечение несостоятельности пломбирования корневого канала начинается с выявления источника персистирующей инфекции. Если инфекция присутствует в системе корневых каналов, например, при пропущенном канале, методом лечения является ортоградное повторное лечение [5, 21, 95].

Еще одной из основных причин неудач эндодонтического лечения является неспособность клинициста локализовать все корневые каналы. Из-за сложной анатомии системы корневых каналов, пропущенные каналы не являются редкостью. Существует несколько стратегий снижения вероятности пропуска корневых каналов, начиная с хороших предоперационных рентгенограмм. Чтобы преодолеть ограничения традиционной рентгенографии, можно рассмотреть конусно-лучевую компьютерную томографию (КЛКТ). Правильная подготовка полости доступа имеет решающее значение для локализации устьев корневых каналов. Кроме того, ультразвук является очень важным устройством для поиска пропущенных каналов. Увеличение изображения и освещенность увеличивают возможность обнаружения всех корневых каналов во время лечения [55, 66, 97].

Перелом инструмента усложняет эндодонтическую процедуру, затрудняя хирургическую обработку, задерживая завершение лечения и влияя на качество стоматологического обслуживания пациента. Причиной перелома нередко является сложная анатомия корневого канала. При переломе инструмента можно выбрать несколько вариантов лечения, однако дальнейшее лечение должно основываться на влиянии сломанного инструмента на результат лечения.

Стадия, на которой инструмент ломается в инфицированных случаях, может иметь большое значение, поскольку дезинфекция канала будет соответственно поставлена под угрозу [17, 104, 133].

Успешное лечение корневых каналов зависит от наличия полной информации об анатомии корневых каналов. У стоматологов могут возникнуть некоторые сложности при лечении третьих моляров из-за сложности доступа, аберрантной окклюзионной анатомии и различных моделей прорезывания. В исследовании Захеда Мохаммади, Хамида Джафарзаде и других целью было рассмотреть количество корней и корневых каналов в третьих молярах, распространенность сливающихся каналов, С-образных каналов, дилацерацию и слияние в третьих молярах, аутотрансплантацию третьих моляров и стратегии эндодонтического лечения третьих моляров [13, 100, 156].

Трудности, возникающие при эндодонтическом лечении, могут вызывать разочарование как у врача, так и у пациента. Осложнения, такие как ятрогенная перфорация, образование уступа, закупорка канала, отлом инструмента могут повлиять на результат эндодонтического лечения. Клиницисты должны понимать, как каждое из этих осложнений может возникнуть, быть предотвращено и предсказуемо устранено. Для клиницистов также важно понимать влияние конкретного осложнения на прогноз лечения и понимать, как это может отличаться в каждом конкретном случае. Могут быть сценарии, когда осложнение существенно не влияет на прогноз, тогда как в других ситуациях такое же осложнение будет пагубно влиять на исход лечения. Важно понимать клинические факторы, определяющие прогноз [29, 90, 132].

## **1.2 Ошибки и осложнения, возникающие в процессе инструментальной обработки и их влияние на прогноз лечения**

Формирование уступа является частым осложнением эндодонтического лечения. Словарь эндодонтической терминологии ААЕ (The Glossary of Endodontic Terms of the American Association of Endodontists) определяет уступ как

«искусственный, случайно сформированный канал, который препятствует продвижению инструмента до апекса истинного корневого канала» [18, 116, 142].

Транспортиция канала определяется как «разрушение структуры стенки корневого канала по внешней кривизне в апикальной части канала вследствие тенденции файлов восстанавливать их собственную оригинальную линейную форму во время обработки корневого канала». Наличие уступа препятствует адекватной инструментальной обработке и ирригации канала в областях, прилежащих к уступу. Исходя из этого видно, что существует причинно следственная связь между формированием уступа и неблагоприятным результатом эндодонтического лечения [38, 101, 144].

Непонимание сути концепций очистки и придания формы корневому каналу может привести к возникновению уступов. Уступ создается, когда рабочая длина больше не может быть преодолена и первоначальный путь канала был потерян. Расширение полости доступа для обеспечения беспрепятственного доступа к корневым каналам, предварительное изгибание и отсутствие форсирования инструментов, использование никель-титановых файлов, использование методов пассивного шага назад и сбалансированной силы, а также инструментальная обработка канала на всю его длину помогут предотвратить образование уступа. Начальное согласование и обход уступа может быть достигнуто с помощью небольшого файла с отчетливым изгибом на кончике, в то время как легкое вращательное движение файла в сочетании с движением «выщипывания» часто может помочь продвинуть инструмент [9, 29, 124].

Формирование уступа происходит в процессе биомеханической обработки системы корневых каналов, в частности в том случае, когда каналы слишком искривлены. Существуют факторы, которые связаны с образованием уступа. К этим факторам относятся: техника обработки, тип инструмента, кривизна корневого канала, тип зуба, рабочая длина, размер мастер-файла, клинический уровень сложности (уровень подготовки специалиста) и локализация устья канала. Также причинами формирования уступа является ошибки в предварительном изгибе (прекурвинге) инструментов, введение под большим

давлением крупных файлов в изогнутый корневой канал, а также сложность в правильном формировании ковровой дорожки до апекса. Случаи формирования уступа встречаются значительно чаще, когда кривизна корневого канала составляет более  $20^\circ$ ; в случае, если кривизна канала превышает  $30^\circ$ , частота формирования уступов превышает 50% [48, 89, 145].

В том случае если в канале сформирован уступ, то эндодонтическое лечение будет непростым, а его прогноз противоречивым. Местоположение сформированного уступа необходимо определить с помощью рентгенографии, в том числе с использованием КЛКТ и метода наполнения, что в дальнейшем поспособствует лечению. Канал обычно «выпрямляется» в точке формирования уступа. Если на рентгенограмме видно, что кончик инструмента отклоняется от кривизны канала, то существует достаточно высокая вероятность, что в стенке канала образовался уступ. После того, как факт создания уступа подтвержден, максимально коротким файлом, который может достать до уровня рабочей длины, следует его обойти. Более короткие инструменты имеют большую жесткость и позволяют пальцам врача располагаться ближе к кончику инструмента, что, следовательно, обеспечивает лучшую тактильную чувствительность и лучший контроль над инструментом. Требуются упорство и терпение, чтобы обойти сформированный уступ [42, 85, 143].

Обойти уступ можно следующими способами. Первый способ – использование ручных инструментов размер 8 или 10, предварительно сделав изгиб файла в области кончика (на 2-3 мм от него). Второй способ – использование стоппера, индикатор на нем направлен в ту же сторону, что и загнутый кончик инструмента. Небольшое вращение файла в сочетании с ключевыми движениями способствует продвижению инструмента на полную рабочую длину канала. В том случае, если появляется преграда при прохождении канала, файл нужно извлечь из канала, повернуть и продолжить внесение его в канал. Эти действия делаются пока уступ не будет обойден [10, 28, 153].

В исследовании П.Н. Наира, Стефана Анри и других целью было оценить *in vivo* внутриканальный микробный статус апикальной системы корневых каналов

мезиальных корней первых нижних моляров человека с первичным апикальным периодонтитом сразу после эндодонтического лечения за одно посещение. Остаточная внутриканальная инфекция была подтверждена с помощью корреляционной световой и трансмиссионной электронной микроскопии. В данной работе исследовали шестнадцать мезиальных корней нижних первых моляров были вылечены эндодонтически, каждый за одно посещение. Мезиально-щечные каналы были инструментированы с помощью ручных файлов из нержавеющей стали, а мезиально-язычные каналы — с помощью никель-титановой вращающейся системы. Каналы были промыты 5,25% гипохлоритом натрия (NaOCl) во время процедур инструментирования, промыты 10 мл 17% этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) и obturированы гуттаперчей и цинк-оксид-эвгеноловым цементом. После этого апикальная часть корня каждого зуба была удалена с помощью лоскутной хирургии. Образцы были зафиксированы, декальцинированы, подразделены в горизонтальной плоскости, заключены в пластик, обработаны и оценены с помощью корреляционной световой и трансмиссионной электронной микроскопии. В результате 14 из 16 эндодонтически леченных зубов показали остаточную внутриканальную инфекцию после инструментальной обработки, антимикробной ирригации и obturации. Микробы были обнаружены в недоступных углублениях и дивертикулах инструментированных основных каналов, межканальном перешейке и дополнительных каналах, в основном в виде биопленок [32]. Также видна анатомическая сложность системы корневых каналов корней первых моляров нижней челюсти и организацию флоры в виде биопленок в недоступных областях системы каналов, которые невозможно удалить с помощью современных инструментов и ирригации в ходе лечения за одно посещение. Эти результаты демонстрируют важность строгого применения всех неантибиотических химико-механических мер для лечения зубов с инфицированными и некротизированными корневыми каналами, чтобы разрушить биопленки и снизить внутрикорневую микробную нагрузку до минимально возможного уровня, чтобы ожидать весьма благоприятного долгосрочного прогноза лечения корневых каналов [25, 68, 135].

Существует вероятность возникновения осложнений при удалении или прохождении уступа. Данная операция может послужить основанием различных осложнений. К ним можно отнести: перелом корня, его перфорация, увеличение уступа или отлом инструмента. По причине того, формирование уступа чаще всего происходит в области искривления канала, его удаление или обхождение довольно часто может приводить к утрате большого количества дентина. Все это увеличивает риск перфорации или поломки корня [30, 77, 127].

Исходя из всего вышеизложенного, необходимо проявлять осторожность, чтобы не ампутировать избыточное количество твердых тканей зуба, а также перегружать инструменты. Если уступ нельзя обойти ни одним из вышеперечисленных методов, а в периапикальных тканях имеются признаки воспаления, то необходимо проведение хирургического вмешательства, такого как перирадикулярная хирургия или преднамеренная реплантация [14, 118, 129].

Наличие уступа в канале аналогично любой другой интраканальной обструкции, которая затрудняет ирригацию и инструментальную обработку канала. Прогноз при наличии уступа такой же, как при переломе инструмента с сохранением отломка в канале. Если уступ может быть пройден или удален, а канал за уступом можно обработать без чрезмерного истончения стенки и перфорации, то прогноз лечения остается благоприятным. Количество детрита и микроорганизмов, оставшихся в апикальной части канала, за уступом, оказывает значительное влияние на прогноз лечения [16, 49, 114].

Очистка и дезинфекция системы корневых каналов с последующей апикальной и коронковой герметизацией является ключом к заживлению или профилактике апикального периодонтита. Остатки дебриса и микроорганизмов, оставшиеся в анастомозах (перешейках), или другие неровности корневых каналов могут привести к стойкому апикальному периодонтиту. Правильная ирригация и активация необходимы для очистки анастомозов корневых каналов [139].

### 1.3 Микробиома корневых каналов

Для определения наличия и характера оставшейся микробиоты используется бактериальный отбор проб из подготовленных корневых каналов. Однако вполне вероятно, что современные методы отбора проб позволяют идентифицировать организмы только в основных ответвлениях системы корневых каналов, тогда как маловероятно, что они могут брать пробы из областей за пределами апикальной конечной точки подготовки и пломбирования или в боковых каналах, расширениях каналов, апикальных разветвлениях, перешейках и внутри дентинных канальцев [51]. Таким образом, современные методы могут оказаться невозможными для выявления остаточной инфекции корневых каналов после лечения. При гистологических исследованиях верхушек корней бактерии были обнаружены в недоступных межканальных перешейках и дополнительных каналах, часто в форме биопленок. Нет никаких доказательств *in vivo*, подтверждающих предположение о том, что эти бактерии могут быть в системе каналов корневой пломбой и, таким образом, стать безвредными. Вследствие этой остаточной корневой инфекции может возникнуть постлечебный апикальный периодонтит, который может быть рентгенологически не обнаружимым, может сохраняться или развиваться как защитный механизм для предотвращения системного распространения бактерий и/или их побочных продуктов в другие участки тела [1]. Гистологическое наблюдение за верхушками корней с окружающей костью показало, что постлечебный апикальный периодонтит связан с 50-90% человеческих зубов с запломбированными корнями. Таким образом, если целью лечения корневых каналов является устранение апикального периодонтита на гистологическом уровне, текущие процедуры лечения недостаточны. Крайне важно улучшить наши знания о местных и системных последствиях как остаточной после лечебной корневой инфекции, так и постлечебного апикального периодонтита. Поэтому постоянная разработка методов лечения, которые могут эффективно устранить корневую инфекцию, является приоритетом в клинических эндодонтических исследованиях.

Заболевание после лечения корневых каналов чаще всего связано с некачественными процедурами, которые не устраняют внутриканальную инфекцию. Это можно исправить нехирургическим путем. Однако инфекция, остающаяся в недоступных апикальных областях, экстрарадикулярная инфекция, включающая апикально выдавленные остатки дентина с бактериями, присутствующими в дентинных канальцах, истинные радикулярные кисты и реакции на инородное тело, требуют хирургического вмешательства [28, 103, 170].

Микроорганизмы и их побочные продукты играют решающую роль в пульпарном и перирадикулярном патологическом процессе. Поэтому одной из основных целей лечения корневых каналов является дезинфекция всей системы канала. Эта цель может быть достигнута с помощью механической подготовки, химического орошения и временного лечения канала. Для этой цели были рекомендованы различные ирригационные растворы. Были подробно рассмотрены распространенные ирригационные растворы для корневых каналов, такие как гипохлорит натрия, хлоргексидин и смесь тетрациклина, кислоты и моющего средства [45, 117, 168].

Также проводилось исследование, в котором анализировался микробиологический статус *in vivo* систем корневых каналов мезиальных корней нижних моляров с первичным апикальным периодонтитом после эндодонтического лечения за одно или за два посещения. Мезиальные корневые каналы инструментировались с использованием либо комбинации инструментов K3 и LightSpeed (мезиобуккальные каналы), либо системы ProTaper (мезиолингвальные каналы) с ирригацией 5% NaOCl. Использовались файлы для обеспечения проходимости. Смазанный слой удалялся, и проводилось окончательное промывание 5мл 2% хлоргексидина. В группе с двумя визитами (7 корней, 14 каналов) каналы обрабатывались гидроксидом кальция в течение одной недели, а затем obtурировались с использованием техники непрерывной волны уплотнения. В группе с одним визитом (6 корней, 12 каналов) каналы obtурировались немедленно после химико – механических процедур. Зубы

удалялись через одну неделю после инструментальной обработки корневых каналов и обрабатывались для гистобактериологического анализа. Протокол с двумя посещениями с использованием препарата для лечения между посещениями с гидроксидом кальция привел к улучшению микробиологического состояния системы корневых каналов по сравнению с протоколом с одним посещением. Остаточные бактерии были более частыми и обильными в разветвлениях, перешейках и дентинных канальцах, когда корневые каналы были обработаны без препарата для лечения между посещениями. Апикальные разветвления и перешейки никогда не были полностью заполнены. Использование антибактериального препарата для лечения между посещениями необходимо для максимального снижения количества бактерий перед пломбированием [11, 46, 169].

Биопленки присутствуют в более чем 70% зубов с эндодонтическим заболеванием. Благодаря достижениям в технологиях секвенирования следующего поколения исследования микробиома предоставили более глубокий анализ микробных сообществ, живущих в организме человека.

Микроорганизмы, колонизирующие апикальную систему корневых каналов, предположительно, напрямую связаны с возникновением и поддержанием апикального периодонтита.

В статье Хосе Ф. Сикейра-младшего, Уорли О'Сильва систематически рассматриваются исследования о микробиоме, встречающейся исключительно в апикальных корневых каналах зубов с первичным и постлечебным апикальным периодонтитом. Клинические исследования с использованием методов культуры и молекулярной микробиологии для идентификации микробных таксонов, присутствующих исключительно в апикальном сегменте корневого канала инфицированных зубов с апикальным периодонтитом, были включены. Микробное разнообразие в апикальной части системы корневых каналов было изучено с учетом данных как первичных, так и постлечебных инфекций. Гетерогенность среди исследований, особенно в методах сбора образцов и микробной идентификации, является важным ограничением, которое не

позволило провести метаанализ. В инфицированном апикальном канале наблюдается выраженное бактериальное разнообразие с высокой межиндивидуальной изменчивостью. Наблюдаются различные составы микробиома в зависимости от типа инфекции [86].

#### **1.4 Растворы для ирригации корневых каналов и способы их введения**

Ирригация является ключевой частью успешного лечения корневых каналов. Она выполняет несколько важных функций, которые могут различаться в зависимости от используемого ирриганта: уменьшает трение между инструментом и дентином, повышает режущую способность файлов, растворяет ткань, охлаждает файл и зуб, а также обладает моющим эффектом и антимикробный, антибиопленочным эффектом. Ирригация также является единственным способом воздействия на те участки стенки корневого канала, которые не затронуты механическим инструментарием. Гипохлорит натрия является основным ирригационным раствором, используемым для эффективного растворения органических веществ и уничтожения микробов. Высококонцентрированный гипохлорит натрия (NaOCl) действует лучше, чем 1- и 2-процентные растворы. Для окончательного ополаскивания, чтобы удалить смазанный слой, необходимо использовать этилендиаминтетрауксусную кислоту (ЭДТА). Между этими двумя основными ирригационными растворами можно использовать стерильную воду или физиологический раствор, однако они не должны быть единственными используемыми растворами. Апикальный корневой канал представляет собой особую проблему для ирригации, поскольку баланс между безопасностью и эффективностью особенно важен в этой области. Для ирригации корневых каналов используются различные средства доставки, от традиционной доставки иглой шприца до различных систем с механическим приводом, включая автоматические насосы и звуковую или ультразвуковую энергию [35, 59, 123].

Эндодонтическое пространство является сложной областью как на микро-, так и на макроуровне; поэтому традиционные методы ирригации не могут гарантировать полную очистку такой сложной трехмерной системы. Исследование *ex vivo* было направлено на оценку чистоты корневого канала, полученной с помощью равного объема традиционно применяемого гипохлорита натрия (NaOCl), по сравнению с активированным ультразвуком NaOCl и активированным ультразвуком NaOCl, который подвергся внутриканальному нагреву NaOCl. По результатам данного исследования было видно, что NaOCl, активированный ультразвуком, который подвергся внутриканальному нагреву, оказался гораздо чище в сравнении с группами NaOCl, активированными ультразвуком и нанесенными традиционно ( $p < 0,05$ ). Чистота корневых каналов значительно улучшилась при использовании NaOCl, активированного ультразвуком, который подвергся внутриканальному нагреву [40, 87, 110].

Учеными проводилось исследование целью, которого было оценить противогрибковые свойства 0,12% хлоргексидина, 1% NaOCl и 5% NaOCl. Срезы корней были увеличены, а смазанный слой удален на половине образцов. Образцы фиксировали в лунках планшетов для тканевых культур. В каждый корневой канал был внесен инокулят *Candida albicans*. Через 10 дней срезы корней обрабатывали 3 мл любого дезинфицирующего раствора в течение 1 минуты, 5 минут, 30 минут и 1 часа. Затем срезы корней инкубировали в пробирках с декстрозным бульоном Сабуро при 37°C в течение 24 часов. При наличии смазанного слоя противогрибковая активность наблюдалась только в 1-часовых группах обработки всеми растворами. Однако при отсутствии смазанного слоя 5% раствор NaOCl сам по себе начинал проявлять противогрибковую активность через 30 минут [12, 54, 160].

Хотя гипохлорит натрия десятилетиями использовался в качестве основного ирригационного средства, в качестве альтернативы исследовались и другие ирригационные средства [27, 158].

Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности считаются основной причиной патологии пульпы и перирадикулярных очагов. Следовательно,

основной целью лечения корневых каналов является дезинфекция всей системы корневых каналов, что требует устранения всего содержимого системы корневых каналов как возможных источников инфекции. Эта цель может быть достигнута с помощью механических инструментов и химической ирригации в сочетании с медикаментозным лечением системы корневых каналов между сеансами лечения. Для уменьшения или устранения бактерий рекомендуются различные растворы для орошения. Хлоргексидин представляет собой катионную молекулу, которую можно использовать во время лечения. Обладает широким спектром противомикробной активности. Его катионная структура обеспечивает уникальное свойство, называемое веществностью [99, 138, 162].

Основной целью лечения корневых каналов является дезинфекция всей системы корневых каналов. Это требует устранения содержимого пульпы как источника инфекции. Эта цель может быть достигнута с помощью механических инструментов и химического орошения в сочетании с медикаментозной обработкой корневого канала между сеансами лечения. Микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности считаются основной причиной пульпита и периадикулярных патологий. Для уменьшения или уничтожения бактерий во время лечения использовались различные ирригационные растворы. Хлоргексидин – это катионная молекула, которую можно использовать во время лечения. Он обладает широким спектром антимикробной активности. Кроме того, благодаря своей катионной структуре хлоргексидин обладает уникальным свойством, называемым субстантивностью [47, 125, 147].

Дезинфекция является ключевым аспектом подготовки корневых каналов перед obturацией. Химическими средствами санации являются ирригация и внутриканальные медикаменты. Роль бактерий значительна, и внутриканальные препараты должны быть бактерицидными по своему действию на бактерии и дентинные каналы. Местное применение лекарственных средств кажется столь же эффективным или даже более эффективным, чем применение антибиотиков. Глутаровый альдегид и гидроксид кальция являются двумя из недавно изученных лекарственных средств. Гидроксид кальция перспективен как эффективный

микробицид. Важность удаления бактерий и некротического дебриса из канала химико-механическими средствами – механической препарацией, промыванием кислотом, противомикробными препаратами – улучшает успешный результат эндодонтического лечения [37, 131, 141].

Гидроксид кальция был включен в состав нескольких материалов и противомикробных составов, которые используются в ряде методов лечения в эндодонтии. К ним относятся внутриканальные лекарственные средства, применяемые между приемами, средства для покрытия пульпы и пломбирочные материалы для корневых каналов. Составы гидроксида кальция также используются при лечении перфораций корней, переломов корней и резорбции корней, а также играют важную роль в стоматологической травматологии, например, после отрыва и вывиха зубов. Гидроксид кальция также является эффективным средством против эндотоксинов. Однако его влияние на микробные биопленки является спорным [98, 134, 137].

Одной из основных целей лечения корневых каналов является устранение микроорганизмов из загрязненной системы корневых каналов. Одни только инструменты не позволят провести адекватную обработку и дезинфекцию сложной и разнообразной системы корневых каналов. Требуется химико-механическая обработка. Важность использования ирригантов во время нехирургического лечения корневых каналов часто игнорировалась как во время обучения студентов-стоматологов, так и позже в клинической практике эндодонтии [72, 152, 167].

В качестве основных ирригантов рекомендуются растворы гипохлорита натрия. Это связано с их широким антимикробным спектром, а также с их уникальной способностью растворять остатки некротических тканей. Обсуждаются химические и токсикологические проблемы, связанные с их использованием, включая различные подходы к повышению местной эффективности без увеличения едкости. Кроме того, хелатообразующие растворы рекомендуются в качестве дополнительных ирригантов для предотвращения образования смазанного слоя и/или его удаления перед пломбированием системы

корневых каналов. На основе действия и взаимодействия доступных в настоящее время растворов предлагается клинический режим ирригации [71, 96, 164].

Эффект устранения смазанного слоя 15% раствором ЭДТА в качестве ирриганта корневого канала изучен на 189 однокорневых инфицированных зубах. Каждый зуб лечили в два приема, а бактериологическое исследование корневых каналов изучали в первое (до лечения, после расширения и ирригации) и второе (до лечения) посещение. Корневые каналы промывали 15% раствором ЭДТА при ультразвуковом перемешивании. Между визитами антибактериальные внутриканальные препараты не применялись. При использовании 15% раствора ЭДТА бактерии не были обнаружены в 93 из 129 корневых каналов на этапе отбора проб при втором посещении. Бактерии не были обнаружены в 21 из 60 корневых каналов, когда в качестве ирриганта использовался физиологический раствор. Эти результаты свидетельствуют о том, что 15% раствор ЭДТА более эффективен в качестве ирриганта корневого канала, чем физиологический раствор [61, 83, 171].

Также учеными проводилось исследование, в котором необходимо было определить антимикробную эффективность озонированной воды, газообразного озона, гипохлорита натрия и хлоргексидина в корневых каналах человека, инфицированных *Enterococcus faecalis*. Исследуемые ирригационные растворы представляли собой озонированную воду, газообразный озон, 2,5% гипохлорит натрия (NaOCl), 2% хлоргексидин, которые циркулировали при постоянном потоке 50 мл мин<sup>-1</sup> в течение 20 минут. Ни один раствор, использованный в качестве ирригационного средства в течение 20 минут, не продемонстрировал противомикробного действия в отношении *E. faecalis*. Промывание инфицированных корневых каналов человека озонированной водой, 2,5% NaOCl, 2% хлоргексидином и применение газообразного озона в течение 20 минут оказалось недостаточным для инактивации *E. Faecalis* [20, 33, 113, 120].

Эффективная подача ирриганта и перемешивание являются предпосылками успешного эндодонтического лечения. Ультразвуковое орошение может быть выполнено с или без одновременной ультразвуковой аппаратуры. Существующая

литература показывает, что ультразвуковая ирригация может иметь очень положительный эффект на химическую, биологическую и физическую санацию системы корневых каналов. Использование ультразвука в процедуре ирригации приводит к улучшению чистоты канала, лучшему переносу ирриганта в систему каналов, очистке мягких тканей и удалению смазанных слоев и бактерий. Существует множество исследований *in vitro*, но необходимо стандартизировать протоколы и соотнести клиническую эффективность ультразвуковых устройств с улучшением результатов лечения. Понимание основ ультразвуковой ирригации имеет основополагающее значение для клиницистов и исследователей для улучшения дизайна и использования ультразвуковой ирригации [67, 140].

Технологические достижения последнего десятилетия привели к появлению новых устройств для перемешивания ирригационных растворов, которые основаны на различных механизмах переноса ирригационной жидкости, санации мягких тканей и, в зависимости от философии лечения, на удалении смазанных слоев. Эти устройства можно разделить на ручные и машинные системы перемешивания. В целом, они, по-видимому, привели к улучшению чистоты канала по сравнению с обычной ирригацией с помощью иглы шприца [20]. Несмотря на множество исследований *in vitro*, нет хорошо контролируемых исследований. Это вызывает настоящую озабоченность в связи с необходимостью исследований, которые могли бы более эффективно оценивать конкретные методы орошения с использованием стандартизированных моделей мусора или биопленки. Кроме того, на сегодняшний день нет основанных на фактических данных исследований, в которых пытались бы сопоставить клиническую эффективность этих устройств с улучшением результатов лечения. Таким образом, вопрос о том, действительно ли необходимы эти устройства, остается нерешенным. Также представляется необходимым переориентироваться с точки зрения управления практикой на то, как эти устройства воспринимаются клиницистами с точки зрения их практичности и простоты использования. Понимание этих фундаментальных вопросов имеет решающее значение для ученых-клиницистов при совершенствовании конструкции и повышении удобства

использования будущих поколений систем перемешивания ирригационной жидкости, а также для утверждений производителей о том, что эти системы играют ключевую роль в современной эндодонтии [79, 154].

### **1.5 Методы и средства активации раствора ирриганта в просвете корневого канала**

Ирригация считается основным средством очистки и дезинфекции системы корневых каналов. Цель этого обзора состояла в том, чтобы установить основу для препятствий, которые необходимо преодолеть ирригации, критически оценить используемые в настоящее время ирригационные средства и методы орошения, выявить пробелы в знаниях и методологические ограничения в имеющихся исследованиях и указать направления для будущих разработок. Организация бактерий в биопленки, расположенные в анатомических сложностях системы корневых каналов, и сложность их устранения является основной проблемой для ирригантов. Гипохлорит натрия остается основным средством выбора, но его необходимо дополнять энтеросорбентом. Подача ирригантов с помощью шприца и иглы и активация ультразвуковым файлом являются наиболее популярными методами ирригации. Нет никаких доказательств того, что какой-либо дополнительный метод ирригации, включая ультразвуковую активацию, может улучшить долгосрочный результат лечения корневых каналов по сравнению с тем, что может быть достигнуто с помощью инструментов и шприцевого орошения. Необходимо пересмотреть приоритеты исследований в этой области и более глубоко изучить проникновение ирригантов, их влияние на биопленку и долгосрочные результаты лечения. Новые исследования также должны быть сосредоточены на клинически значимых сравнениях, избегать методологических недостатков и иметь достаточно большие размеры выборки для получения надежных выводов. Будущие междисциплинарные усилия, объединяющие знания из фундаментальных наук, таких как химия, микробиология и гидродинамика, могут привести к созданию более эффективных

противомикробных препаратов и улучшенных методов активации, чтобы приблизить их к остаточной биопленке в системе корневых каналов. включая ультразвуковую активацию, может улучшить долгосрочный результат лечения корневых каналов по сравнению с тем, что может быть достигнуто с помощью инструментов и шприцевого орошения. Необходимо пересмотреть приоритеты исследований в этой области и более глубоко изучить проникновение ирригантов, их влияние на биопленку и долгосрочные результаты лечения. Новые исследования также должны быть сосредоточены на клинически значимых сравнениях, избегать методологических недостатков и иметь достаточно большие размеры выборки для получения надежных выводов [76, 122].

При использовании для ирригации смеси гипохлорита натрия/этидроната окончательное перемешивание/активация ирригационного раствора с помощью XP-endo Finisher или ультразвука может улучшить дезинфекцию пространства основного корневого канала и дентинных канальцев в коронковой трети, в то время как ирригация с ультразвуковой активацией, по-видимому, демонстрирует лучшую дезинфекцию внутри дентинных канальцев в средней трети [91, 172].

Существует исследование, в котором ученые проводили сравнительный анализ по очистке и дезинфекции корневых каналов и заживлению апикального периодонтита при применении ультразвуковой ирригационной активации во время первичной обработки корневых каналов зрелых постоянных зубов по сравнению с ирригацией с помощью шприца [126, 128].

Ультразвуковая активация не улучшала скорость заживления апикального периодонтита по сравнению со шприцевым орошением после первичной обработки корневых каналов зубов с одним корневым каналом. Противоречивые результаты были получены в ходе микробиологических исследований *in vitro*. Ультразвуковая активация была более эффективной, чем ирригация шприцем, при удалении остатков ткани пульпы и остатков твердых тканей на основании как клинических исследований, так и исследований *in vitro* [81].

Пассивное ультразвуковое орошение является наиболее распространенным методом, используемым для активации ирригационных растворов. Высказывались

опасения, что пассивное ультразвуковое орошение менее эффективен в изогнутых корневых каналах и вообще не является пассивным. Оценивали эффективность пассивного звукового орошения (6000Гц) с пассивным ультразвуковым орошением и ручным орошением в удалении различных эндодонтических микроорганизмов из изогнутых и прямых корневых каналов. В результате пассивное звуковое орошение (6000Гц) может быть равен пассивному ультразвуковому орошению в отношении снижения микробной нагрузки в изогнутых и прямых корневых каналах [1, 84].

Ирригация системы корневых каналов имеет большое значение для успеха эндодонтического лечения, где гипохлорит натрия (NaOCl) является наиболее широко используемым ирригантом в химической подготовке. Действие NaOCl заключается в устранении бактериальных биопленок и растворении органических тканей, что может варьироваться в зависимости от нескольких факторов, таких как микробиология инфекции корневых каналов и концентрация ирриганта. Было высказано предположение, что эффективность NaOCl можно повысить с помощью нескольких методов, включая нагревание ирриганта, применение в сочетании с определенными реагентами или активацию методами перемешивания. Несмотря на его антибактериальную и тканерастворяющую способность, NaOCl следует использовать с осторожностью, чтобы избежать вредного воздействия из-за его цитотоксичности и негативного влияния на свойства дентина [119].

Звуковая активация ирриганта приобрела широкую популярность среди стоматологов общей практики и эндодонтистов в последние годы. Это исследование *in vitro* было направлено на оценку влияния трех режимов мощности устройства звуковой активации на его антимикробную эффективность в инфицированных корневых каналах. Режимы мощности звукового ирригационного устройства оказывают значительное влияние на эффективность эндодонтической дезинфекции. Звуковое ирригационное устройство всегда следует использовать на самой высокой мощности, чтобы максимизировать его антимикробную эффективность [65, 109].

Крайне важно выбрать правильный метод для достижения максимально возможного долгосрочного успеха проведенного эндодонтического лечения. Гипохлорит натрия (NaOCl), по-видимому, является одним из наиболее распространенных и прибыльных растворов для ирригации корневых каналов. Активацию раствора можно анализировать в 2 областях: физической – турбулентность потока, и химической – распад молекул ирриганта на очень активные радикалы, улучшающие его активность. Хотя физические изменения ирригационного потока с помощью различных методов широко изучаются, не так много попыток подойти к этому вопросу с химической точки зрения [92, 102].

Учеными проводилось исследование, целью которого было оценить удаление остатков дентина из корневого канала с помощью звуковой или ультразвуковой активации ирриганта, а также физические механизмы звуковой активации путем визуализации колебаний звуковой насадки как внутри, так и вне пределов ирригации корневого канала. После ирригации наблюдалась статистически значимая разница между экспериментальными группами ( $P < 0,0001$ ). Без ирригационной активации борозды все еще были заполнены дентинными остатками. Активация ирриганта привела к значительному удалению остатков дентина; ультразвуковая активация была значительно более эффективной, чем звуковая активация. Амплитуда колебаний наконечников со звуковым приводом составляет  $1,2 \pm 0,1$  мм, что обеспечивает сильный контакт со стенками и отсутствие кавитации ирригационного раствора [82, 112].

Для обеспечения успешного эндодонтического лечения важно провести надлежащую дезинфекцию корневого канала. Звуковая активация достигла прогресса по сравнению с ультразвуковой агитацией в удалении смазанного слоя, в то время как ультразвуковая активация привела к значительному сцеплению между силерами и дентинными каналцами, уменьшая уязвимость апикальной утечки и перелома зуба [108].

Снижение микробной нагрузки на системы корневых каналов является необходимым условием для заживления поражений эндодонтического происхождения. На такое уменьшение микробов влияет способ доставки и

активации ирригационного раствора. Активация ирригационных растворов ультразвуком приводит к значительному уменьшению количества бактерий в системе корневых каналов по сравнению с другими методами активации ирригационного раствора и обычным ирригационным шприцем. Это может помочь улучшить результаты лечения корневых каналов [105, 121].

Существует исследование, в котором ученые сравнивали глубину проникновения эндодонтических ирригантов в дентинные каналы удаленных зубов при использовании нескольких методов активации. В апикальных третях при ультразвуковой, звуковой и лазерной активации достигается большая глубина проникновения по сравнению с ручной динамической активацией. PIPS был связан с более глубоким проникновением ирригантов. Новый режим SWEEPS не увеличивал проникновение ирриганта [94, 148].

Учеными проводилось исследование, целью которого было выяснить улучшают ли методы активации ирригации, а именно ручная динамическая активация, пассивная ультразвуковая ирригация и звуковая ирригация, трубчатое проникновение гипохлорита натрия (NaOCl) в корневой дентин по сравнению с обычной иглой, а также улучшает ли эффективность этих методов увеличение концентрации NaOCl. перемешивание ирригационных растворов с данными активаторами, а также использование более высоких концентраций ирригационного раствора или времени контакта потенцировало проникновение NaOCl в корневой дентин. Однако более длительное воздействие NaOCl при более низких концентрациях приводило к той же глубине канальцевого проникновения, что и при более высоких концентрациях [126, 146].

Было проведено множество исследований о применении активации ирриганта в корневых каналах, однако нет клинико-экспериментального обоснования применения активации раствора антисептика в корневых каналах зубов со сложной анатомией с целью повышения эффективности эндодонтического лечения [130, 161].

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данное исследование проводилось на базе кафедры пропедевтики стоматологических заболеваний Института стоматологии им. Е.В. Боровского Сеченовского Университета и в ГАУЗ города Москвы «Стоматологическая поликлиника № 24 Департамента здравоохранения города Москвы», Стоматологическое отделение №1.

На проведение исследования получено разрешение Локального этического комитета при ФГАОУ ВО Первом МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) № 11-23 от 15.06.2023.

### 2.1 Общая характеристика исследуемых групп

В исследование приняли участие 100 пациентов с диагнозом хронический апикальный периодонтит. Возраст пациентов составлял от 18 до 44 лет. В исследовании приняли участие пациенты с диагнозом хронический апикальный периодонтит (К 04.5), диагностированном в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами.

Условием включения в исследование являлось наличие просвета корневого канала на рентгенограмме. Зубы с облитерированными корневыми каналами не были включены в исследование. Для проведения данного исследования были созданы критерии включения, невключения и исключения из групп.

Критерии включения пациентов в исследование:

- Наличие письменного информированного согласия пациента на участие в исследовании;
- Возраст от 18 до 44 лет;
- Пол мужской и женский;
- Установленный диагноз: K04.5 хронический апикальный периодонтит на сильно изогнутом корне зуба (угол  $60^{\circ} > S > 20^{\circ}$  по Schneider) при наличии просвета корневого канала на рентгенограмме;

- Показания электроодонтодиагностики выше 100 мкА.

Критерии невключения пациентов в исследование:

- Возраст менее 18 и более 44 лет;
- Беременность, кормление грудью;
- Поставленный диагноз не соответствует хроническому апикальному периодонтиту;
- Установленный диагноз: K04.5 хронический апикальный периодонтит на сильно изогнутом корне зуба (угол  $S > 20^\circ$  по Schnider) при облитерации корневого канала, т.е. отсутствии просвета корневого канала на рентгенограмме;
- Отсутствие сильно изогнутого корневого канала (угол  $S < 20^\circ$  по Schnider);
- Показания электроодонтодиагностики ниже 100 мкА.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- Несогласие пациента в принятии участия в данном исследовании;
- Незаинтересованность пациента в исследовании, несоблюдение рекомендаций.

Все пациенты были распределены на 2 группы в зависимости от того как происходила медикаментозная обработка корневых каналов, а именно: с использованием или без использования звуковой активации ирригационного раствора (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Ранжирование пациентов по группам

№ группы	Группа 1 (с активацией)	Группа 2 (без активации)
Количество пациентов	50	50

Исследование проводили по следующей схеме:

Группа 1

1 этап – клиническое стоматологическое обследование и постановка диагноза.

2 этап – забор микробиологического материала из корневого канала.

3 этап – первичная эндодонтическая обработка корневого канала.

4 этап – ирригация корневого канала со звуковой активацией.

5 этап – повторный забор микробиологического материала из корневого канала.

6 этап – временное пломбирование корневого канала пастой на основе гидрооксида кальция.

7 этап – повторная эндодонтическая обработка корневого канала, финальная ирригация с использованием звуковой активации, пломбирование корневого канала с последующей реставрацией коронковой части.

#### Группа 2

1 этап – клиническое стоматологическое обследование и постановка диагноза.

2 этап – забор микробиологического материала из корневого канала.

3 этап – первичная эндодонтическая обработка корневого канала.

4 этап – ирригация корневого канала без звуковой активации.

5 этап – повторный забор микробиологического материала из корневого канала.

6 этап – временное пломбирование корневого канала пастой на основе гидрооксида кальция.

7 этап – повторная эндодонтическая обработка корневого канала, финальная ирригация без использования звуковой активации, пломбирование корневого канала с последующей реставрацией коронковой части.

## **2.2 Экспериментальные методы исследования**

### **2.2.1 Общая характеристика эндоблока**

Основным методом лечения апикального периодонтита является инструментальная и медикаментозная обработка корневого канала. Залогом успешного лечения является медикаментозная обработка, а также правильная

подготовка корневого канала, при которой необходимо учитывать анатомические особенности зуба. Это один из сложнейших и наиболее важных этапов лечения.

В связи с этим, в нашем исследовании мы усовершенствовали протокол ирригации сильно изогнутых корневых каналов, чтобы увеличить эффективность лечения. Для этого мы использовали в нашем исследовании эндоблоки.

Эндоблок – это тренировочные модели для отработки навыков лечения корневых каналов. Эндоблок позволяет рассмотреть особенности механической и медикаментозной обработки корневых каналов со сложной анатомией, а именно сильно изогнутых корневых каналов.

Эндодонтический блок является подставкой – блоком. Он изготавливается из термостойкого пластика с помощью 3D принтера.

Данный блок имеет имитацию твердых тканей зуба, пульповых камер, корневых каналов и верхушек корней. С помощью него можно проходить все этапы эндодонтического лечения, в том числе и ирригацию корневых каналов зубов со сложной анатомией.

В данном исследовании мы разработали модель зуба с изгибом корневого канала, заполненного порошком оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, для проведения сравнительного экспериментального исследования механической очистки корневого канала (Полезная модель «Эндоблок для имитации ирригации корневого канала зуба при наличии в нем отломков стоматологического эндодонтического инструмента», RU 227708 U1) (Рисунок 2.1).

Описание полезной модели. Эндоблок из прозрачного пластика, выполненный в форме прямоугольного параллелепипеда размером 0,9×2,8×0,9 см с наличием отверстия, имитирующего корневой канал зуба с возможностью введения стоматологического эндодонтического инструмента, и наличием трех боковых отверстий на одной из сторон эндоблока, предназначенных для введения стоматологического эндодонтического инструмента и сообщающихся с имитацией корневого канала зуба в области его верхней, средней и нижней трети. Корневой канал имеет изгиб в апикальной трети, угол изгиба составляет 30° [43].



Рисунок 2.1 – Полезная модель «Эндоблок для имитации ирригации корневого канала зуба при наличии в нем отломков стоматологического эндодонтического инструмента», RU 227708 U1

## 2.2.2 Инструментальная и медикаментозная обработка искусственного корневого канала с фотофиксацией

Перед проведением исследования корневой канал мы обработали вращающимися никель-титановыми инструментами в технике Crown-down до размера 30.04. Это было необходимо для проведения качественной ирригации.

Одним из основных этапов эндодонтического лечения является медикаментозная обработка корневого канала.

Есть несколько способов проведения медикаментозной обработки корневого канала. В нашем исследовании мы использовали промывание корневого канала антисептиком (3% раствор гипохлорита натрия) из эндодонтического шприца. Для исследования мы использовали «Шприц эндодонтический одноразовый для промывания каналов 3 мл» производства Эстэйд-Сервисгруп, Россия. В качестве субстанции имитирующей дентинные опилки мы использовали порошок оксида алюминия с размером частиц 27 мкм (Порошок RONDOflex 27 мкм, KaVo, Германия). Для активации раствора антисептика в корневом использовали звуковой эндоактиватор EASYDO (GeoSoft, Россия) с насадной, размером 15.02.

Исследование проводилось по двум схемам:

Схема 1 (Рисунок 2.2):

- Модель располагали вертикально, устьем корневого канала вверх;
- В предварительно расширенный корневой канал помещали порцию порошка в объеме 1 мм<sup>3</sup>;
- Эндодонтический шприц наполняли раствором гипохлорита натрия в объеме 3 мл;
- С помощью шприца корневой канал наполняли раствором антисептика;
- Проводили звуковую активацию раствора в корневом канале в течение 20 секунд;
- Проводили ирригацию корневого канала раствором антисептика в объеме 3 мл, со скоростью введения раствора 6 мл в минуту;

- Проводили фотофиксацию оставшегося порошка в просвете корневого канала.

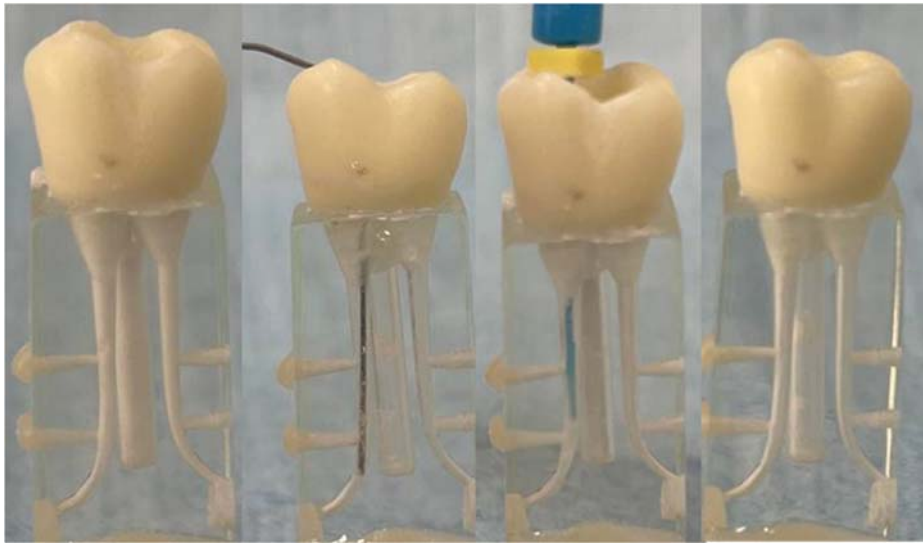


Рисунок 2.2 – Схема исследования №1

Схема 2:

- Модель располагали вертикально, устьем корневого канала вверх;
- В предварительно расширенный корневой канал помещали порцию порошка в объеме  $1 \text{ мм}^3$ ;
- Эндодонтический шприц наполняли раствором гипохлорита натрия в объеме 3 мл;
- Проводили ирригацию корневого канала раствором антисептика в объеме 3 мл, со скоростью введения раствора 6 мл в минуту;
- Проводили фотофиксацию оставшегося порошка в просвете корневого канала.

Каждая схема исследования повторялась 50 раз.

Для оценки эффективности удаления порошка оксида алюминия из просвета имитированного корневого канала, корневой канал делили на три равные трети (устьевую, среднюю, апикальную). На основе фотофиксации оценивали наличие оставшегося порошка в просвете корневого канала в каждой его трети [1]. Все полученные данные заносили в таблицу.

## **2.3 Клинические методы исследования**

### **2.3.1 Общее клиническое стоматологическое обследование**

В начале нашего исследования всем пациентам было проведено общее клиническое стоматологическое обследование.

Общее клиническое стоматологическое обследование начинали с оценки стоматологического статуса, которая включала в себя: опрос, осмотр пациентов. При осмотре определяли симметрию или асимметрию лица, цвет кожных покровов, наличие или отсутствие патологических образований на коже лица, далее приступали к пальпации регионарных лимфатических узлов. После этого осматривали преддверие полости рта, затем проводили непосредственно осмотр полости рта. Оценивали состояние слизистой оболочки и зубных рядов. Осмотр полости рта проводили с использованием следующих инструментов: стоматологического зеркала и стоматологического зонда. Все данные, полученные в результате опроса и осмотра, вносили в медицинскую карту пациента.

### **2.3.2 Обследование зуба с хроническим апикальным периодонтитом**

Для выявления хронического апикального периодонтита проводили следующие исследования:

- Зондирование для оценки наличия или отсутствия сообщения кариозной полости и полости зуба;
- Перкуссию вертикальную и горизонтальную;
- Пальпацию переходной складки;
- Оценку состояния коронковой части зуба, для дальнейшего планирования постоянной реставрации.

Дополнительные методы обследования включали:

- Электроодонтодиагностику;
- Рентгенологическое обследование.

Электроодонтодиагностику проводили с целью определения состояния пульпы зуба. Для этого использовали аппарат «ИВН-01 Пульптест-Про» (Рисунок 2.3) [22].



Рисунок 2.3 – Аппарат, предназначенный для проведения электроодонтодиагностики

При проведении электроодонтодиагностики пассивный электрод пациент держал в ладони правой руки, активный электрод располагали на «чувствительных точках зуба» (середина режущего края – у фронтальной группы зубов, щечный бугор – у премоляров, передний щечный бугор – у моляров) и на устьях корневых каналов исследуемого зуба [70].

При проведении электроодонтодиагностики с чувствительных точек использовали контактную среду, которая располагалась между электродом и поверхностью эмали зуба. В качестве контактной среды использовали зубную пасту «Новый жемчуг» (Россия). Перед проведением исследования активный

электрод погружали в зубную пасту, после чего прикасались к исследуемому зубу [70].

При проведении электроодонтодиагностики с устьев корневых каналов контактную среду не использовали, а металлическую часть активного электрода располагали непосредственно на устье корневого канала.

О полной гибели пульпы зуба свидетельствовали показания электроодонтодиагностики выше 100 мкА.

Для оценки наличия периапикальных изменений и кривизны корневого канала проводили рентгенологическое обследование, которое, наряду с прицельной рентгенографией, включало компьютерную томографию.

### **2.3.3 Рентгенологическое обследование**

Предварительную оценку корневых каналов зубов с хроническим апикальным периодонтитом проводили с помощью прицельной рентгенографии, после чего пациент направлялся на компьютерную томографию. На основании компьютерной томографии давалась окончательная оценка искривленности корневого канала, оценка состояния периапикальных тканей и устанавливался окончательный диагноз. Также на основании КТ мы оценивали наличие или отсутствие резорбции корня.

Для оценки искривленности корневого канала мы использовали классификацию по Шнайдеру – классификация корневых каналов зубов согласно степени изогнутости (Рисунок 2.4).

При оценке искривленности корневого канала на рентгенограмме зуба отмечали три точки и две линии. Точка А – середина устья канала, точка В – физиологическое сужение, линия АС – линия длиной оси канала в коронковой трети, точка С – пересечение линии АС со стенкой канала. Пересечение линий АС и ВС образует угол S – угол Шнайдера. По данной классификации корневые каналы делятся на три группы:

1. Прямые (угол меньше 5 градусов);

2. Средне изогнутые (угол равен 10-20 градусов);
3. Сильно изогнутые (угол больше 20 градусов).

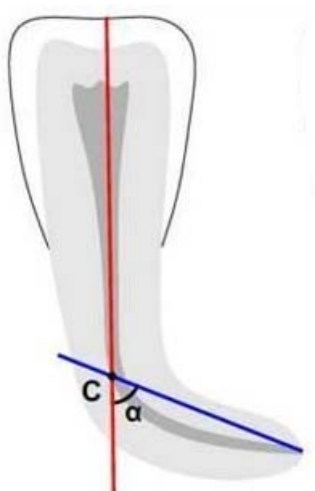


Рисунок 2.4 – Классификация искривленности корневого канала по Шнайдеру

Одной из целей рентгенологического исследования, проведенного с помощью компьютерной томографии, была оценка вариативности анатомии корневых каналов зубов различной групповой принадлежности.

На КТ у всех обследованных пациентов мы оценивали все корни каждого зуба на наличие сильно изогнутых корневых каналов. Все полученные данные заносили в таблицу для последующей оценки степени искривленности корневых каналов.

### 2.3.4 Проведение эндодонтического лечения

В настоящее время процент стоматологических заболеваний растет, и основная задача стоматологического лечения – сохранение зубов.

В зависимости от групповой принадлежности пациента, лечение проводилось по одной из двух схем лечения хронического апикального периодонтита.

Схема 1 (с применением звуковой активации раствора антисептика):

## Визит 1

В первое посещение осуществляли вскрытие и раскрытие полости зуба. Затем приступали к поиску устьев корневых каналов с помощью зонда и визуального осмотра.

После обнаружения устьев корневых каналов, с помощью бумажного пина, погруженного в корневой канал, осуществляли забор материала для микробиологического исследования.

Далее проводилась инструментальная обработка корневых каналов. Первоначально проводили скаутинг для определения формы корневого канала и предварительной рабочей длины. Инструментальную обработку корневого канала осуществляли в технике Crown-down до размера 30.04 [70].

Ирригацию между каждым инструментом проводили с помощью 3% раствора гипохлорита натрия (Белодез раствор 3%, Владмива, Россия) и шприца эндодонтического одноразового для промывания каналов 3 мл (Эстэйд-Сервисгруп, Россия).

При инструментальной обработке корневых каналов эндодонтические файлы смазывали Эндогелем №1-гель ЭДТА 15% (Владмива, Россия), вызывающим декальцинацию стенок корневого канала и снижающим силу трения при механической обработке.

Контроль рабочей длины осуществляли с помощью электронной апекслокации и рентгенологического исследования.

После проведения инструментальной обработки проводили финальную ирригацию корневого канала 3% раствором гипохлорита натрия (Белодез раствор 3%, Владмива, Россия) с использованием звуковой активации ирригационного раствора. Звуковую активацию осуществляли звуковым эндоактиватором EASYDO (GeoSoft, Россия) с насадной, размером 15.02. Канал предварительно заполняли 3% раствором гипохлорита натрия, после чего проводили звуковую активацию на протяжении 20 секунд. Проводили замену раствора и процедуру повторяли. Всего осуществляли 3 цикла активации раствора. Далее корневой канал промывали 3% раствором гипохлорита натрия в объеме 12 мл (на

протяжении не менее 2 минут), затем корневой канал промывали дистиллированной водой [22].

После финальной ирригации с помощью бумажного пина, введенного в корневой канал, проводили повторный забор материала для микробиологического исследования.

Первое посещение завершалось заполнением просвета корневого канала пастой на основе гидроксида кальция Кальцесепт (Владмива, Россия). Зуб закрывали временной пломбой из искусственного дентина (Владмива, Россия). Повторный визит назначали через 14 дней.

#### Визит 2

Повторный визит начинали со сбора жалоб, оценивали наличие или отсутствие болевых ощущений.

Удаление временной пломбы проводили с помощью турбинного наконечника и бора с алмазным напылением. Окончательное удаление временной пломбы проводили с помощью ультразвуковой насадки.

Для вымывания гидроксида кальция из корневого канала использовали 3% раствор гипохлорита натрия в объеме 9 мл. После чего проводили калибровку рабочей длины и диаметра корневого канала.

Звуковой эндоактиватор EASYDO (GeoSoft, Россия) с насадной, размером 15.02 применяли в процессе финальной ирригации. Канал предварительно заполняли 3% раствором гипохлорита натрия, после чего проводили звуковую активацию на протяжении 20 секунд. После замены раствора и процедуру повторяли. Всего проводилось 3 цикла активации раствора. Далее корневой канал промывали 3% раствором гипохлорита натрия в объеме 12 мл (на протяжении не менее 2 минут), затем корневой канал промывали дистиллированной водой [22].

Корневой канал высушивали, после чего приступали к постоянной obturации. Obturацию проводили в технике латеральной конденсации с помощью гуттаперчевых штифтов и силера на основе эпоксидной смолы (АН-plus, DentSply Sirona, США). После obturации проводили рентгенологический контроль качества obturации.

Реставрацию коронковой части зуба осуществляли с помощью композитных материалов.

Схема 2 (без применения активации раствора антисептика):

Визит 1

В первое посещение осуществляли вскрытие и раскрытие полости зуба. Затем приступали к поиску устьев корневых каналов с помощью зонда и визуального осмотра.

После обнаружения устьев корневых каналов, с помощью бумажного пина, погруженного в корневой канал, осуществляли забор материала для микробиологического исследования.

Далее проводилась инструментальная обработка корневых каналов. Первоначально проводили скаутинг для определения формы корневого канала и предварительной рабочей длины. Инструментальную обработку корневого канала осуществляли в технике Crown-down до размера 30.04 [70].

Ирригацию между каждым инструментом проводили с помощью 3% раствора гипохлорита натрия (Белодез раствор 3%, Владмива, Россия) и шприца эндодонтического одноразового для промывания каналов 3 мл (Эстэйд-Сервисгруп, Россия).

При инструментальной обработке корневых каналов эндодонтические файлы смазывали Эндогелем №1-гель ЭДТА 15% (Владмива, Россия), вызывающим декальцинацию стенок корневого канала и снижающим силу трения при механической обработке.

Контроль рабочей длины осуществляли с помощью электронной апекслокации и рентгенологического исследования.

После проведения инструментальной обработки проводили финальную ирригацию корневого канала 3% раствором гипохлорита натрия (Белодез раствор 3%, Владмива, Россия) без использования звуковой активации ирригационного раствора. Корневой канал промывали 3% раствором гипохлорита натрия в объеме 12 мл (на протяжении не менее 2 минут), затем корневой канал промывали дистиллированной водой [22].

После финальной ирригации с помощью бумажного пина, введенного в корневой канал, проводили повторный забор материала для микробиологического исследования.

Первое посещение завершалось заполнением просвета корневого канала пастой на основе гидроксида кальция Кальцесепт (Владмива, Россия). Зуб закрывали временной пломбой из искусственного дентина (Владмива, Россия). Повторный визит назначали через 14 дней.

#### Визит 2

Повторный визит начинали со сбора жалоб, оценивали наличие или отсутствие болевых ощущений.

Удаление временной пломбы проводили с помощью турбинного наконечника и бора с алмазным напылением. Окончательное удаление временной пломбы проводили с помощью ультразвуковой насадки.

Для вымывания гидроксида кальция из корневого канала использовали 3% раствор гипохлорита натрия в объеме 9 мл. После чего проводили калибровку рабочей длины и диаметра корневого канала [22].

Финальную ирригацию осуществляли без активации ирригационного раствора. Корневой канал промывали 3% раствором гипохлорита натрия в объеме 12 мл (на протяжении не менее 2 минут), затем корневой канал промывали дистиллированной водой [22].

Корневой канал высушивали, после чего приступали к постоянной obturации. Obturацию проводили в технике латеральной конденсации с помощью гуттаперчевых штифтов и силера на основе эпоксидной смолы (АН-plus, DentSply Sirona, США). После obturации проводили рентгенологический контроль качества obturации.

Реставрацию коронковой части зуба осуществляли с помощью композитных материалов.

### **2.3.5 Контроль эндодонтического лечения**

Контроль эндодонтического лечения проводили через полгода и через год.

Через полгода и через год проводили опрос пациентов, есть ли жалобы, болевые ощущения. Затем осуществляли осмотр, включающий перкуссию, пальпацию и зондирование. Далее был проведен рентгенологический контроль для оценки динамики периапикальных процессов.

Критерии успешного эндодонтического лечения:

- Отсутствие болевых ощущений, гиперемии, отека;
- Плотное obturирование корневого канала до верхушки корня;
- Уменьшение периапикального очага и ли полное его отсутствие (толщина периодонтальной щели до 1мм);
- Отсутствие резорбции корня [20].

Критерии неудачного эндодонтического лечения:

- Наличие болевых ощущений у пациента;
- Наличие свищевого хода в области леченного зуба;
- Отсутствие изменения размеров периапикального очага;
- Увеличение размеров периапикального очага;
- Наличие признаков резорбции корня.

## **2.4 Бактериологическое исследование микрофлоры корневого канала**

Микробиологическое исследование проводили согласно действующим нормативным документам до проведения терапии (в 1 визит) и после финальной ирригации корневых каналов (также в 1 визит). Забор материала осуществляли стерильным бумажным пином с последующим помещением в транспортную среду Эймса и доставляли в бактериологическую лабораторию.

Идентификацию выделенных штаммов проводили по совокупности морфологических, культуральных и биохимических свойств по общепринятым

методикам. При бактериологическом исследовании использовали селективные питательные среды для культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов: кровяной агар с добавлением желчи, шоколадный агар, ЖСА (Россия, Оболенск); хромогенный агар для кандид (Россия, Biomedica), сахарный бульон (Россия, Оболенск) и т.д. Посевы культивировали в аэробных условиях 18-24 часа при температуре 37°C, для культивирования анаэробной флоры использовали анаэроостат с газогенерирующими системами в течение 3-7 суток (GazPak, Россия). Количественный учет колоний проводили с помощью полуавтоматического счетчика колоний Stegler СКМ-2 (Россия), с последующим выражением в десятичных логарифмах Ig КОЕ.

## 2.5 Статистическая обработка данных

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 4.2.6 (разработчик - ООО "Статтех", Россия).

Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. 95% доверительные интервалы для процентных долей рассчитывали по методу Клоппера-Пирсона.

Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10).

В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель отношения шансов с 95% доверительным интервалом (ОШ; 95% ДИ) [19].

Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполняли с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Апостериорные сравнения выполняли с помощью критерия хи-квадрат Пирсона с поправкой Холма.

Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1 Результаты изучения частоты встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах различной групповой принадлежности

В нашем исследовании мы проводили оценку вариативности анатомии корневых каналов зубов различной групповой принадлежности. С помощью КТ исследовали сегмент верхней челюсти и сегмент нижней челюсти, конкретно исследовали корни следующих зубов: центральный резец верхней челюсти (ЦРВ), латеральный резец верхней челюсти (ЛРВ), клык верхней челюсти (КВ), первый премоляр верхней челюсти вестибулярный корень (ППВВ), первый моляр верхней челюсти небный корень (ППВН), второй премоляр верхней челюсти (ВПВ), первый моляр верхней челюсти дистальный корень (ПМВД), первый моляр верхней челюсти мезиальный корень (ПМВМ), первый моляр верхней челюсти небный корень (ПМВН), второй моляр верхней челюсти мезиальный корень (ВМВМ), второй моляр верхней челюсти дистальный корень (ВМВД), второй моляр верхней челюсти небный корень (ВМВН), центральный резец нижней челюсти (ЦРН), латеральный резец нижней челюсти (ЛРН), клык нижней челюсти (КН), первый премоляр нижней челюсти (ППН), второй премоляр нижней челюсти (ВПН), первый моляр нижней челюсти вестибулярный корень (ПМНВ), первый моляр нижней челюсти мезиальный корень (ПМНМ), первый моляр нижней челюсти дистальный корень (ПМНД), второй моляр нижней челюсти мезиальный корень (ВМНМ), второй моляр нижней челюсти дистальный корень (ВМНД) (Таблица 3.1).

По классификации корневых каналов зубов по Шнайдеру определяли их степень изогнутости. В нашем исследовании мы отмечали сильно изогнутые корневые каналы, чей угол больше 20 градусов.

Таблица 3.1 – Вариабельность изгибов корневых каналов зубов различной групповой принадлежности

Показатели	Категории	Абс.	%	95% ДИ
ЦРВ	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
ЛРВ	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
КВ	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
ППВВ	нет	91	91,0	83,6 – 95,8
	да	9	9,0	4,2 – 16,4
ППВН	нет	91	91,0	83,6 – 95,8
	да	9	9,0	4,2 – 16,4
ВПВ	нет	93	93,0	86,1 – 97,1
	да	7	7,0	2,9 – 13,9
ПМВД	нет	99	99,0	94,6 – 100,0
	да	1	1,0	0,0 – 5,4
ПМВМ	нет	44	44,0	34,1 – 54,3
	да	56	56,0	45,7 – 65,9
ПМВН	нет	95	95,0	88,7 – 98,4
	да	5	5,0	1,6 – 11,3
ВМВМ	нет	68	68,0	57,9 – 77,0
	да	32	32,0	23,0 – 42,1
ВМВД	нет	88	88,0	80,0 – 93,6
	да	12	12,0	6,4 – 20,0
ВМВН	нет	93	93,0	86,1 – 97,1
	да	7	7,0	2,9 – 13,9
ЦРН	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
ЛРН	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
КН	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
ППН	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
ВПН	нет	100	100,0	96,4 – 100,0
ПМНМ	нет	71	71,0	61,1 – 79,6
	да	29	29,0	20,4 – 38,9
ПМНД	нет	97	97,0	91,5 – 99,4
	да	3	3,0	0,6 – 8,5
ВМНМ	нет	91	91,0	83,6 – 95,8
	да	9	9,0	4,2 – 16,4
ВМНД	нет	100	100,0	96,4 – 100,0

Проведя оценку вариативности изгибов корневых каналов зубов различной групповой принадлежности, можно сказать, что наиболее часто сильно изогнутые корневые каналы встречаются у первого моляра верхней челюсти в мезиальном корне – 56% из 100%, на втором месте второй моляр верхней челюсти

мезиальный корень – 32% из 100%, а на третьем месте первый моляр нижней челюсти мезиальный корень – 29% из 100%.

### **3.2 Результаты экспериментального исследования эффективности эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, с помощью разных способов ирригации, проведенного на модели сильно изогнутого корневого канала**

В нашем исследовании мы использовали эндоблоки «Полезная модель «Эндоблок для имитации ирригации корневого канала зуба при наличии в нем отломков стоматологического эндодонтического инструмента», RU 227708 U1.

В экспериментальных исследованиях мы проводили анализ остаточного порошка в устьевой трети корневого канала в зависимости от группы.

В первой группе ирригация корневого канала проводилась с использованием звуковой активации, во второй группе – без использования звуковой активации (Таблица 3.2, Рисунок 3.1) [22].

Таблица 3.2 – Анализ оставшегося порошка в устьевой трети в зависимости от группы

Показатель	Наличие порошка	Группа		p
		Группа 1	Группа 2	
Устьевая треть	Да	0 (0,0)	1 (2,0)	1,000
	Нет	50 (100,0)	49 (98,0)	

После того, как мы провели анализ полученных данных нам не удалось выявить различий ( $p = 1,000$ ) (*используемый метод: Точный критерий Фишера*).

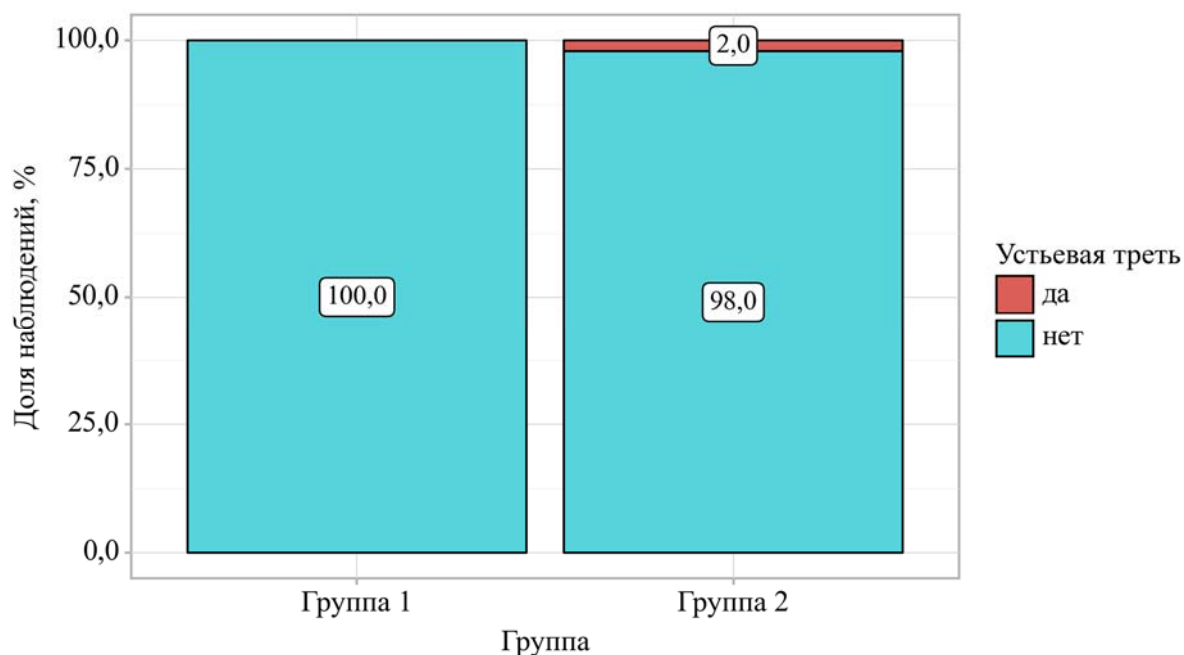


Рисунок 3.1 – Анализ оставшегося порошка в устьевой трети в зависимости от группы (да – порошок есть, нет – порошка нет)

Вероятность отсутствия остатков порошка в устьевой трети во второй группе ниже, по сравнению с первой группой. Однако статистически значимыми эти различия не являются (ОШ = 0,327; 95% ДИ: 0,013 – 8,215).

В экспериментальных исследованиях мы проводили анализ оставшегося порошка в средней трети корневого канала в зависимости от группы (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Анализ оставшегося порошка в средней трети в зависимости от группы

Показатель	Наличие порошка	Группа		p
		Группа 1	Группа 2	
Средняя треть	Да	1 (2,0)	2 (4,0)	1,000
	Нет	49 (98,0)	48 (96,0)	

При сравнении средней трети корневого канала нам не удалось выявить значимых различий ( $p = 1,000$ ) (используемый метод: Точный критерий Фишера) (Рисунок 3.2).

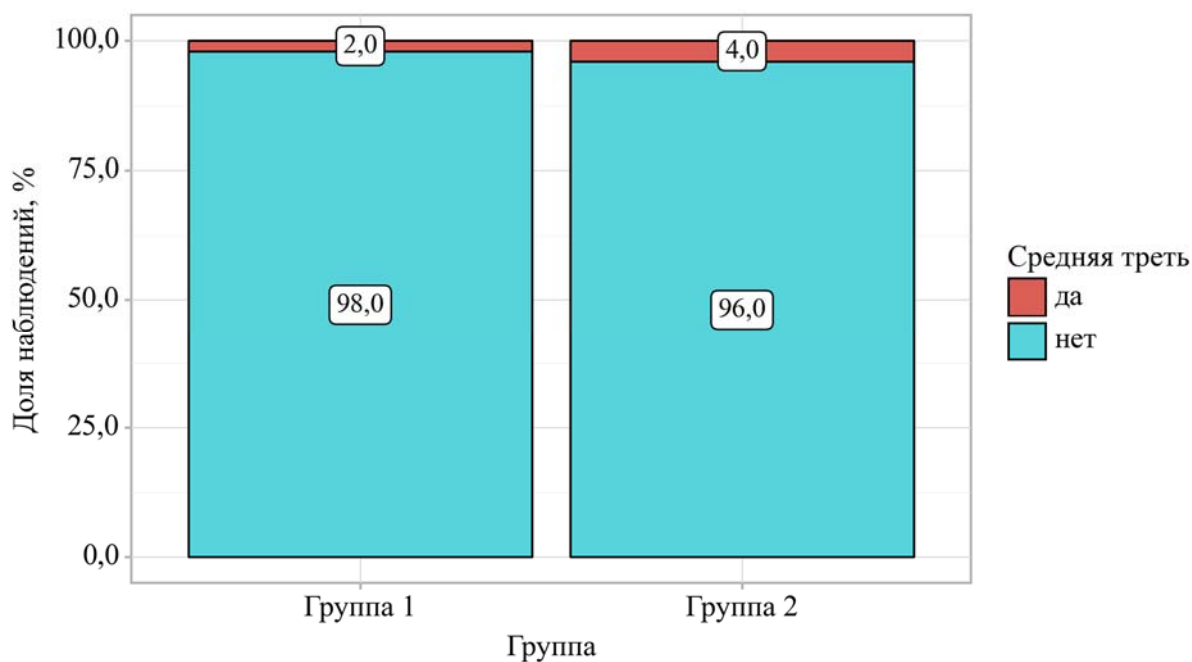


Рисунок 3.2 – Анализ оставшегося порошка в средней трети в зависимости от группы (да – порошок есть, нет – порошка нет)

Вероятность того, что во второй группе средняя треть корневого канала очистилась полностью была ниже по сравнению с первой группой. Несмотря на это, различия не были статистически значимыми (ОШ = 0,490; 95% ДИ: 0,043 – 5,582).

После этого мы проводили оценку оставшегося порошка в апикальной трети корневого канала (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Анализ оставшегося порошка в апикальной трети в зависимости от группы

Показатель	Наличие порошка	Группа		р
		Группа 1	Группа 2	
Апикальная треть	Да	4 (8,0)	5 (10,0)	1,000
	Нет	46 (92,0)	45 (90,0)	

Во время проведения сравнения оставшегося порошка в апикальной трети корневого канала в группах, в которых мы проводили исследование, статистически значимых различий не было установлено ( $p = 1,000$ ) (используемый метод: Точный критерий Фишера).

Допустимость того, что порошок останется в апикальной трети корневого канала во второй группе будет отсутствовать, оказалась ниже, по сравнению с показателями первой группы. Статистически значимыми эти различия не являлись (ОШ = 0,783; 95% ДИ: 0,197 – 3,103) (Рисунок 3.3).

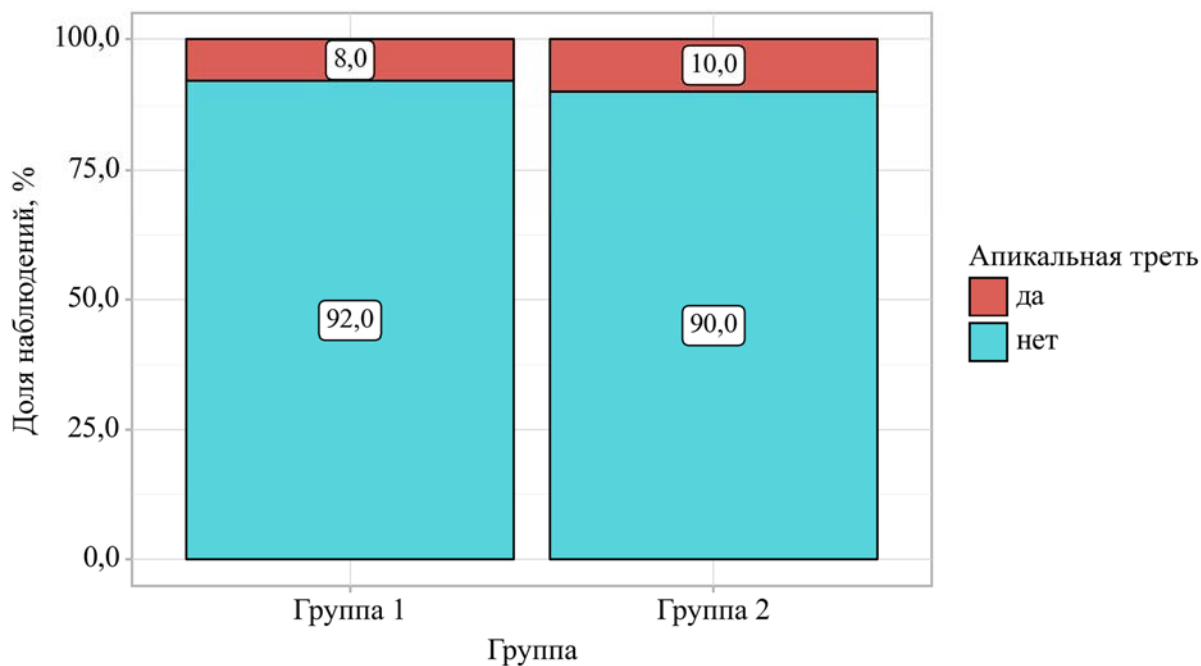


Рисунок 3.3 – Анализ оставшегося порошка в апикальной трети в зависимости от группы (да – порошок есть, нет – порошка нет)

Таким образом, результаты экспериментального исследования, проведенного с использованием разработанной модели, показали, что при применении звуковой активации ирригационного раствора наблюдается тенденция к более эффективной эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, из сильно изогнутого корневого канала, однако статистически значимых достоверных отличий по сравнению с эффективностью ирригации без звуковой активации не наблюдается ( $p > 0,05$ ).

Помимо анализа устьевой, средней и апикальной трети корневого канала, как самостоятельных частей, на наличие или отсутствие порошка, мы проанализировали их зависимость друг от друга.

В исследовании был проведен анализ оставшегося порошка в средней трети в зависимости от оставшегося порошка в устьевой трети корневого канала (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Анализ оставшегося порошка в средней трети в зависимости от устьевой трети

Показатель	Наличие порошка	Устьевая треть		р
		Да	Нет	
Средняя треть	Да	0 (0,0)	3 (3,0)	1,000
	нет	1 (100,0)	96 (97,0)	

В данном случае при анализировании оставшегося порошка в средней трети корневого канала в зависимости от оставшегося порошка в устьевой не было установлено различий, что говорит о том, что наличие или отсутствие порошка в средней трети корневого канала никак не зависит от наличия или отсутствия порошка в устьевой трети ( $p = 1,000$ ) (используемый метод: Точный критерий Фишера).

Допустимость отсутствия порошка выше, чем его наличие. Статистически значимыми эти различия не являлись (95% ДИ: 0,315 – 268,213) (Рисунок 3.4).

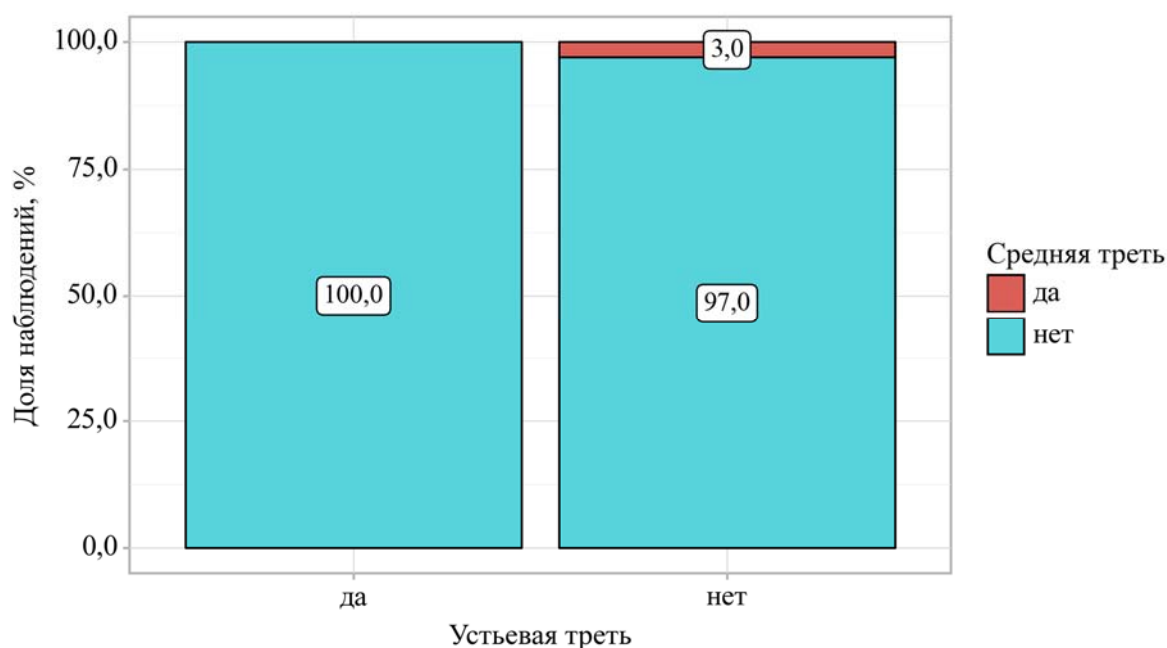


Рисунок 3.4 – Анализ зависимости оставшегося порошка в средней трети от оставшегося порошка в устьевой трети (да – порошок есть, нет – порошка нет)

Также в экспериментальном исследовании был проведен анализ зависимости оставшегося порошка в апикальной трети корневого канала от оставшегося порошка в устьевой (Таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Анализ оставшегося порошка в апикальной трети в зависимости от оставшегося порошка в устьевой трети

Показатель	Наличие порошка	Устьевая треть		p
		Да	Нет	
Апикальная треть	Да	0 (0,0)	9 (9,1)	1,000
	Нет	1 (100,0)	90 (90,9)	

В данном случае не было выявлено зависимости оставшегося порошка в апикальной трети корневого канала от оставшегося порошка в устьевой. Исходя из этого можно сделать вывод, что наличие или отсутствие порошка в апикальной трети не зависит от того присутствует или нет порошок в устьевой трети ( $p = 1,000$ ) (используемый метод: Точный критерий Фишера).

Шанс того, что порошок будет отсутствовать, оказался больше, чем шанс того, что порошок будет присутствовать в просвете корневого канала. Различия не являлись статистически значимыми (95% ДИ: 0,121 – 83,522) (Рисунок 3.5).

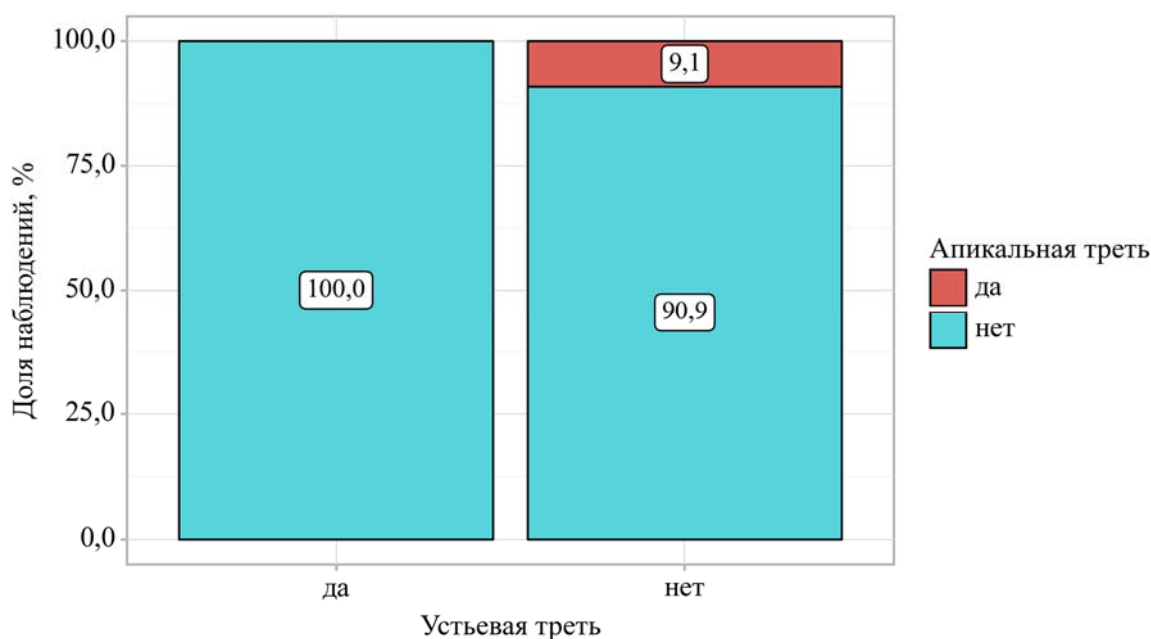


Рисунок 3.5 – Анализ зависимости оставшегося порошка в апикальной трети от оставшегося порошка в устьевой трети (да – порошок есть, нет – порошка нет)

После этого было проведено анализирование апикальной трети корневого канала в зависимости от средней (Таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Анализ оставшегося порошка в апикальной трети в зависимости от оставшегося порошка в средней трети

Показатель	Наличие порошка	Средняя треть		р
		Да	Нет	
Апикальная треть	Да	0 (0,0)	9 (9,3)	1,000
	Нет	3 (100,0)	88 (90,7)	

Проведя данное исследование было установлено, что наличие порошка или его отсутствие не обуславливается тем есть или нет порошок в средней трети ( $p = 1,000$ ) (используемый метод: Точный критерий Фишера).

Допустимость того, что порошок будет отсутствовать оказалась более велика, чем то, что порошок будет наблюдаться (в 1,331 раза). Различия не являлись статистически значимыми (95% ДИ: 0,064 – 27,760) (Рисунок 3.6).

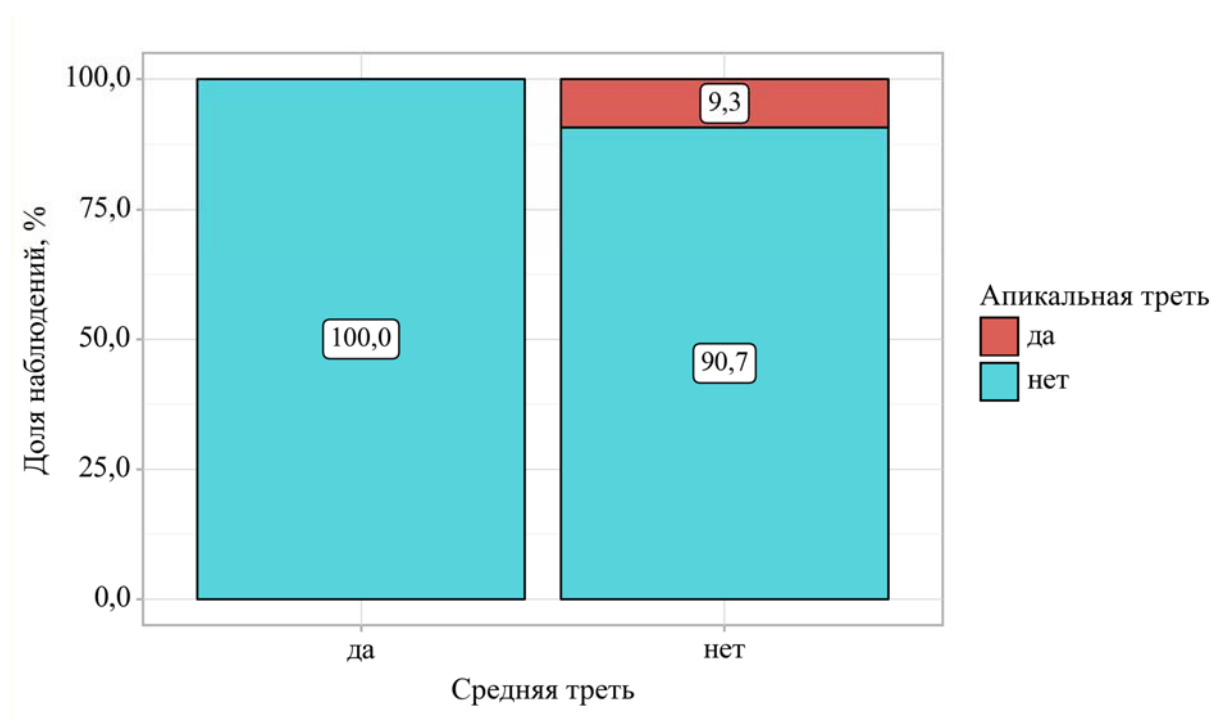


Рисунок 3.6 – Анализ оставшегося порошка в апикальной трети в зависимости от оставшегося порошка в средней трети (да – порошок есть, нет – порошка нет)

### 3.3 Результаты изучения эффективности деконтаминации сильно изогнутых корневых каналов зубов с помощью разных способов ирригации при хроническом периодонтите

В ходе бактериологического исследования материала, полученного из сильно изогнутых корневых каналов зубов при хроническом периодонтите до лечения, у больных обеих групп выявлен достаточно разнообразный микробный профиль в виде девяти ассоциаций основных таксонов: *Actinomyces spp.*, *Candida spp.*, *Enterococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Peptostreptococcus spp.*, *Bacteroides spp.*, *Prevotella spp.*, *Fusobacterium spp.*

Частота встречаемости представителей рода *Actinomyces* составила 10% и 14% случаев в первой и второй группе соответственно, грибы рода *Candida* – в 12% и 10%, энтерококки – 84% и 64%, стрептококки – в 76% в обеих группах, стафилококки – 66% и 50%, бактероиды в 94% и 80% случаев, фузобактерии и превотеллы – 54% и 70% случаев. Степень контаминации соответствующими таксонами составляла от 6 до 14 Ig КОЕ, что соответствует максимальной степени микробной нагрузки ( $10^6 - 10^{14}$ ) (Таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Частота встречаемости основных таксонов микроорганизмов-контаминантов корневых каналов при хроническом апикальном периодонтите, %/чел.

Основные таксоны микроорганизмов	Группа 1 (n=50)	Группа 2 (n=50)
<i>Actinomyces spp.</i>	10% (5 ч.)	14% (7 ч.)
<i>Candida spp.</i>	12% (6 ч.)	10% (5 ч.)
<i>Enterococcus spp.</i>	84% (42 ч.)	64% (32 ч.)
<i>Streptococcus spp.</i>	76% (38 ч.)	76% (38 ч.)
<i>Staphylococcus spp.</i>	66% (33 ч.)	50% (25 ч.)
<i>Peptostreptococcus spp.</i>	60% (30 ч.)	24% (12 ч.)
<i>Bacteroides spp.</i>	94% (47 ч.)	80% (40 ч.)
<i>Prevotella spp.</i>	70% (35 ч.)	54% (17 ч.)
<i>Fusobacterium spp.</i>	54%(27ч.)	70% (35ч.)

При использовании традиционного метода ирригации была выявлена тенденция к снижению только нескольких групп патогенов (Таблица 3.9), наиболее результативной традиционная методика ирригации оказалась в отношении стафилококков и фузобактерий ( $p=0,002$ ). Изменение степени контаминации корневых каналов остальными таксонами не наблюдалось, что свидетельствует о недостаточной эффективности традиционной методики ирригации.

Таблица 3.9 – Изменение микробного пейзажа при использовании традиционного метода ирригации корневых каналов (Ig КОЕ) [52]

Микробный профиль	Фоновая концентрация (контроль)	Традиционный метод ирригации
<i>Actinomyces spp.</i>	2,6±0,12	0,5±0,2
<i>Candida spp.</i>	1,9±0,5	0,9±0,5
<i>Enterococcus spp.</i>	6,1±0,6*	2,1±0,5*
<i>Streptococcus spp.</i>	9,0±1,3	3,5±0,5*
<i>Staphylococcus spp.</i>	5,0±2,0	0
<i>Peptostreptococcus spp.</i>	6,9±2,1	2,8±0,4
<i>Bacteroides spp.</i>	8,9±1,4	0
<i>Prevotella spp.</i>	11,9±0,7	2,5±0,5
<i>Fusobacterium spp.</i>	11,8±0,9	0
Примечание: * $p=0,002$ – количественные изменения концентрации статистически значимы		

Согласно полученным данным использование метода ирригации со звуковой активацией более продуктивно по сравнению с традиционным методом ирригации. Среди доминирующих таксонов после ирригации со звуковой активацией определялись только стрептококки, пептострептококки и превотеллы, при этом контаминация каналов штаммами других групп микроорганизмов не определялась. Выявлена статистически достоверная разница в показателях контаминации после ирригации со звуковой активацией и фоновой

концентрацией (Таблица 3.10). Степень контаминации *Streptococcus spp.* в группе пациентов с активацией составила  $6,7 \pm 0,5$  Ig КОЕ (контроль) и  $3,2 \pm 0,5$  Ig КОЕ после соответствующей обработки корневого канала ( $p = 0,01$ ). *Peptostreptococcus spp.*, *Prevotella spp.*  $7,8 \pm 0,4$  lg КОЕ и  $9,5 \pm 0,5$  lg КОЕ до обработки, после ирригации с активацией концентрация патогенов статистически значимо снижалась и составила  $2,1 \pm 0,5$  lg КОЕ и  $1,9 \pm 0,5$  lg КОЕ соответственно.

Таблица 3.10 – Изменение микробного пейзажа при использовании ирригации со звуковой активацией при обработке корневых каналов (Ig КОЕ) [52]

Микробный профиль	Фоновая концентрация (контроль)	Ирригация со звуковой активацией
<i>Actinomyces spp.</i>	$1,9 \pm 0,5$	0
<i>Candida spp.</i>	$1,5 \pm 0,5$	0
<i>Enterococcus spp.</i>	$5,0 \pm 0,4$	0
<i>Streptococcus spp.</i>	$6,7 \pm 0,5^*$	$3,2 \pm 0,5^*$
<i>Staphylococcus spp.</i>	$3,3 \pm 0,5$	0
<i>Peptostreptococcus spp.</i>	$7,8 \pm 0,4^*$	$2,1 \pm 0,5^*$
<i>Bacteroides spp.</i>	$9,3 \pm 0,5$	0
<i>Prevotella spp.</i>	$9,5 \pm 0,5^*$	$1,9 \pm 0,5^*$
<i>Fusobacterium spp.</i>	$10,3 \pm 0,5$	0
Примечание: * $p = 0,01$ – различия между сравниваемыми показателями статистически значимы		

Таким образом установлено, что микробная контаминация корневых каналов после ирригации без звуковой активации выше, чем при использовании ирригации со звуковой активацией.

Большая эффективность ирригации сильно изогнутых корневых каналов с использованием звуковой активацией ирригационного раствора, очевидно, связана с дополнительной турбулентностью ирригационного раствора антисептика в корневом канале, создаваемой звуковой насадкой, что способствует

улучшению омываемости стенок корневого канала и усилению антибактериального эффекта антисептика.

### 3.4 Результаты клинических исследований

Результаты лечения хронического апикального периодонтита в исследуемых группах оценивали через 6 и 12 месяцев на основании клинико-рентгенологического обследования.

Через 6 месяцев после лечения ярко выраженной клинической симптоматики у пациентов обеих групп выявлено не было. Свищевых ходов и изменения контуров переходной складки не отмечалось. Несколько пациентов обеих групп отмечали незначительные боли при накусывании на зуб в первые две недели после пломбирования корневых каналов, которые прошли самостоятельно без дополнительного лечения.

При сопоставлении компьютерных томограмм через 6 месяцев после лечения существенных отличий между исследуемыми группами не отмечалось ( $p = 0,697$ ) (используемый метод: Хи-квадрат Пирсона). (Таблица 3.11, Рисунок 3.7). В группе 1, где во время ирригации использовали звуковую активацию, в 26% случаев отмечалось тенденция к уменьшению периапикального очага, а в 74% изменений не было выявлено. В то же время, во второй группе в 24% случаев отмечалось уменьшение периапикального очага, в 72% случаев изменений на рентгенограмме выявлено не было, а в 4% случаев наблюдалось тенденция к увеличению периапикального очага воспаления.

Таблица 3.11 – Оценка изменений на КТ через 6 месяцев в исследуемых группах

Показатель	Категории	Группа		p
		Группа 1	Группа 2	
КТ через 6 месяцев	Уменьшение очага	13 (26,0)	12 (24,0)	0,697
	Без изменений	37 (74,0)	36 (72,0)	
	Увеличение очага	0 (0,0)	2 (4,0)	

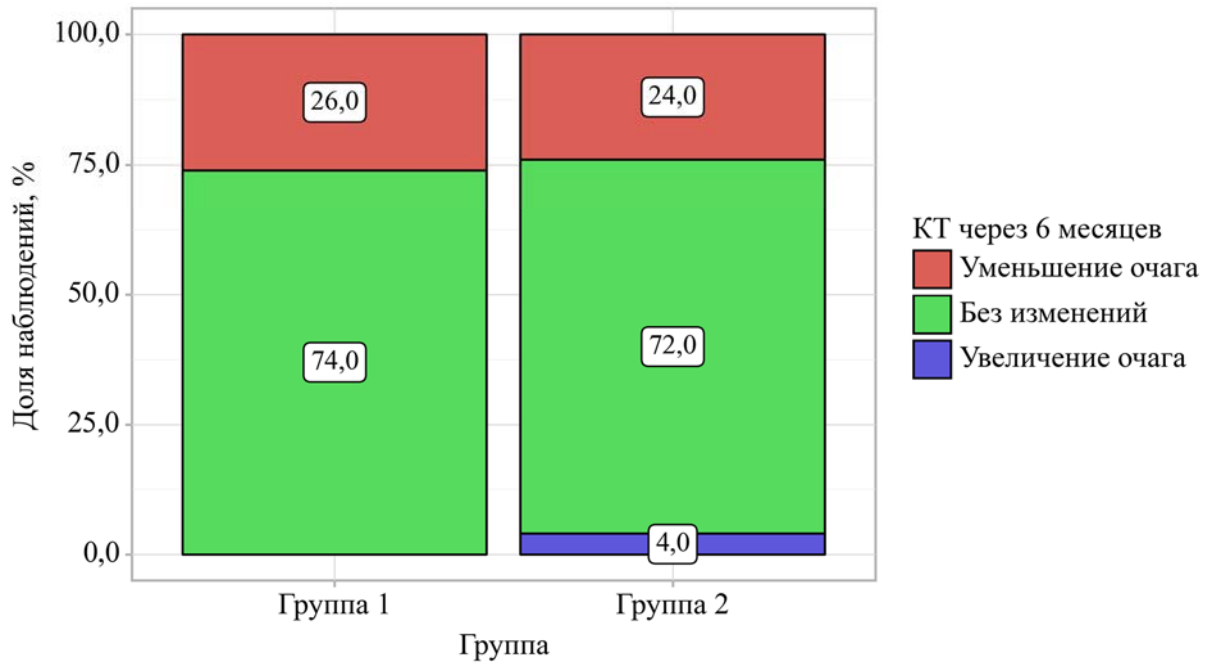


Рисунок 3.7 – Оценка изменений на КТ через 6 месяцев в исследуемых группах

Через 12 месяцев после проведенного эндодонтического лечения у пациентов обеих исследуемых групп ярко выраженной воспалительной симптоматики обнаружено не было. Однако, у 2 пациентов группы 2 были выявлены свищевые ходы в области ранее леченных зубов. В отношении этих пациентов было принято решение о проведении повторного эндодонтического лечения.

При исследовании КТ через 12 месяцев были установлены статистически значимые различия между исследуемыми группами ( $p = 0,045$ ) (используемый метод: Хи-квадрат Пирсона) (Таблица 3.12, Рисунок 3.8). В 72% случаев в группе 1 отмечалось уменьшение величины периапикального очага, а в группе 2 уменьшение очага произошло только в 60% случаев.

Таблица 3.12 – Оценка изменений на КТ через 12 месяцев в исследуемых группах

Показатель	Категории	Группа		p
		Группа 1	Группа 2	
КТ через 12 месяцев	Уменьшение очага	36 (72,0)	30 (60,0)	0,045*
	Без изменений	14 (28,0)	20 (40,0)	
Примечание: * – различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ )				

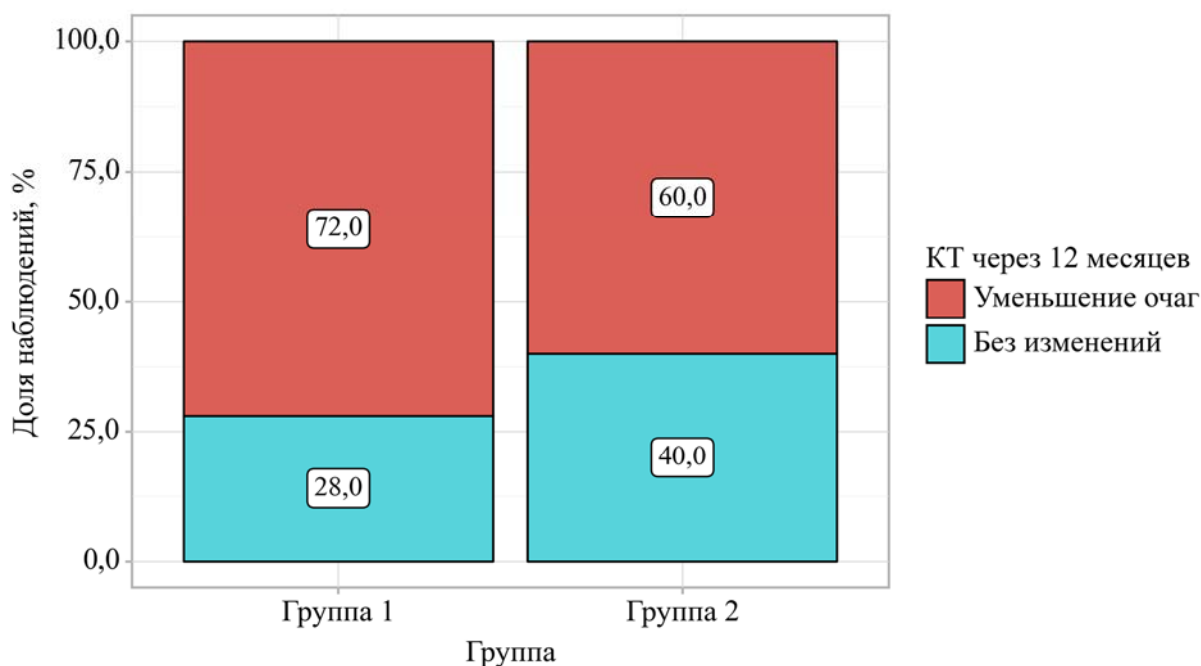


Рисунок 3.8 – Оценка изменений на КТ через 12 месяцев в исследуемых группах

Таким образом, применение звуковой активации раствора антисептика при проведении ирригации корневых каналов позволило повысить эффективность лечения хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами. Через год после лечения в группе, где применялась звуковая активация, улучшение рентгенологической картины наблюдалось у 72% больных, в то время как в группе, где звуковую активацию не применяли, улучшение рентгенологической картины отмечалось лишь у 60% пациентов.

Результаты клинического исследования подтверждают клинические случаи, представленные ниже.

У пациента Д., 35 лет, в результате рентгенологического исследования был обнаружен очаг разрежения костной ткани в области верхушки зуба 2.5 диаметром 5 мм (Рисунок 3.9). Установлен диагноз К04.5 хронический апикальный периодонтит зуба 2.5. Было проведено эндодонтического лечение с применением звуковой активации раствора антисептика во время медикаментозной обработки корневого канала. Во второе посещение корневой канал был obturated гуттаперчей и силером на основе эпоксидной смолы.

Через 12 месяцев было проведено повторное рентгенологическое исследование, которое показало уменьшение периапикального очага (Рисунок 3.10).



Рисунок 3.9 – Зуб 2.5 до лечения



Рисунок 3.10 – Зуб 2.5 через 12 месяцев после лечения

Пациент П., 28 лет, обратился в клинику с жалобами на боли при накусывании на зуб 2.6. При рентгенологическом обследовании был выявлен периапикальный очаг в области мезиального щечного корня. Установлен диагноз К04.5 хронический апикальный периодонтит зуба 2.6. Проведено эндодонтическое лечение по схеме 1 (с применением звуковой активации раствора антисептика в корневом канале). Через 6 месяцев во время контрольного осмотра изменения на рентгенограмме не произошло, однако через 12 месяцев произошло уменьшение очага резорбции и восстановление кортикальной пластинки (Рисунок 3.12).



Рисунок 3.11 – Зуб 2.6 до лечения [1]

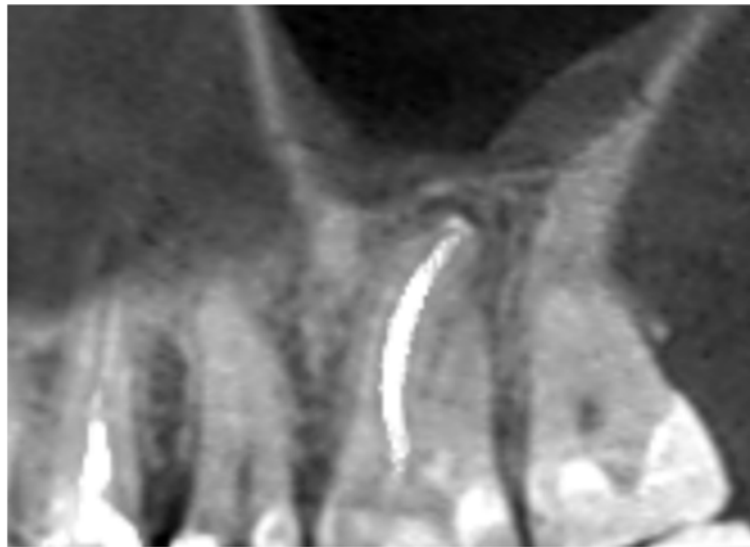


Рисунок 3.12 – Зуб 2.6 через 12 месяцев после лечения [1]

Пациентка К., 32 года, обратилась в клинику с жалобами на боли при накусывании на зуб 3.6. На рентгенограмме выявлен периапикальный очаг в области мезиального корня (Рисунок 3.13) [1]. Установлен диагноз К04.5 хронический апикальный периодонтит зуба 3.6. Проведено эндодонтическое лечение в два посещения по схеме 1 (с применением звуковой активации раствора антисептика в корневом канале). Через 12 месяцев отмечается полное восстановление костного рисунка и кортикальной пластинки в области мезиального корня (Рисунок 3.14)



Рисунок 3.13 – Зуб 3.6 до лечения



Рисунок 3.14 – Зуб 3.6 через 12 месяцев после лечения

Пациент М., 44 года, обратился в клинику по поводу санации полости рта, в ходе обследования выявлены изменения костного рисунка в области вершины мезиального корня зуба 2.6 (Рисунок 3.15). Установлен диагноз К04.5 хронический апикальный периодонтит зуба 2.6. Проведено стандартное эндодонтическое лечение с применением звуковой активации. Ирригация проводилась по стандартному протоколу. Корневые каналы obturated гуттаперчей и силером на основе эпоксидных смол. Периапикальный очаг при контрольном исследовании через 12 месяцев показал динамику в сторону уменьшения (Рисунок 3.16). Клиническая симптоматика отсутствовала.



Рисунок 3.15 – Зуб 2.6 до лечения [1]

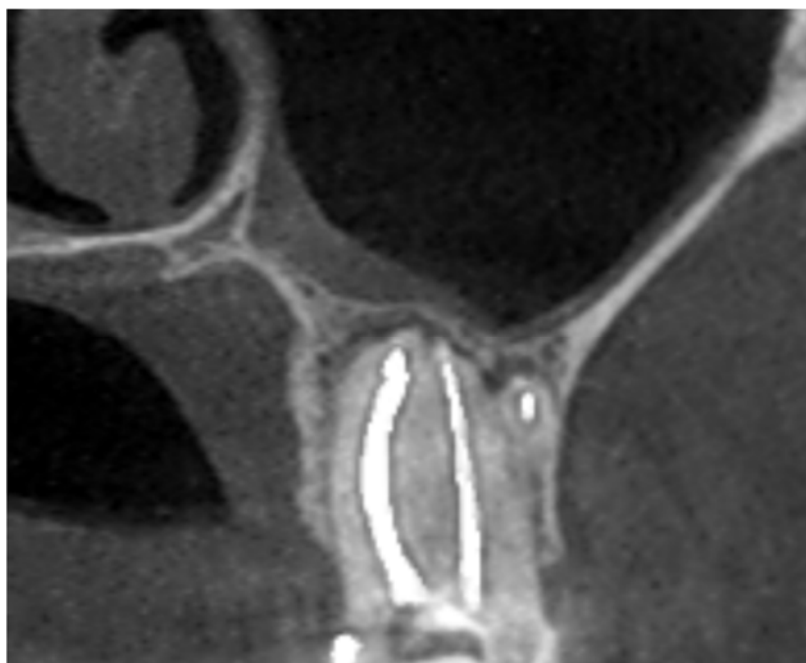


Рисунок 3.16 – Зуб 2.6 через 12 месяцев после лечения [1]

Пациент С., 29 лет, обратился в клинику по поводу потемнения зуба 2.2. В ходе рентгенологического обследования выявлен периапикальный очаг диаметром 5 мм в области вершины корня 2.2 [1]. Установлен диагноз К04.5

хронический апикальный периодонтит зуба 2.2. Проведено эндодонтическое лечение по схеме 1 (с применением звуковой активации раствора антисептика в корневом канале). Корневой канал обутрирован в технике латеральной компакции гуттаперчевыми штифтами и эпоксидным силером. На контрольной рентгенограмме через 6 месяцев изменений размера периапикального очага не выявлено (Рисунок 3.17). Однако через 12 месяцев структура костной ткани и кортикальная пластинка восстановились (Рисунок 3.18).



Рисунок 3.17 – Зуб 2.2 до лечения



Рисунок 3.18 – Зуб 2.2 через 12 месяцев после лечения

## ГЛАВА 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

По данным Всемирной организации здравоохранения в данный период времени заболевания периапикальных тканей являются распространенным заболеванием зубочелюстной системы, которое составляет 25-30% от общего количества обращений и имеется в каждой возрастной группе.

Болезни периодонта оказывают воздействие на здоровье и качество жизни современного человека.

После первичного эндодонтического лечения может возникнуть осложнение в виде периодонтита, что указывает на необходимость улучшения качества как первичного, так и повторного эндодонтического лечения.

Целью диссертационного исследования было повышение эффективности эндодонтического лечения путем совершенствования протокола ирригации корневых каналов зубов со сложной анатомией.

Сложность системы корневых каналов представляет собой проблему для практикующего врача. В литературе имеется большое количество статей, посвященных частоте встречаемости зубов со сложной анатомией корневых каналов.

В статье «Обзор анатомии корня и конфигурации каналов вторых моляров верхней челюсти» Негин Гасеми, Саид Рахими, Шахриар Шахи и др. были собраны все статьи, связанные с морфологией корня и анатомией корневого канала постоянных вторых моляров верхней челюсти. Наибольшее количество изученных популяций было в Бразилии и США. Всего было найдено 116 связанных статей, в которых в общей сложности исследовалось 11945 зубов. Во всех изученных популяциях наиболее распространенной была трехкорневая анатомия, в то время как четырехкорневая анатомия имела наименьшую распространенность. Наличие второго мезиобуккального канала варьировалось от 11,53% до 93,7%, где преобладающим типом в Бразилии и США была конфигурация типа II (2-1), а в китайской популяции — типы II и III (1-2-1). В 8,8-

44% случаев наблюдалось слияние корневых каналов. Наиболее часто зарегистрированные случаи были связаны с небным корнем. Основным методом анатомического исследования в отчетах о случаях была периапикальная рентгенография, а главным методом в морфологических исследованиях — конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ). Исходя из полученных данных, был сделан вывод, что врачи должны знать нормальную морфологию и анатомические вариации корневых каналов, чтобы снизить вероятность неудачного лечения [51, 155].

В исследовании Захед Мохаммади, Соузан Шалави, Хамид Джафарзаде «Дополнительные корни и корневые каналы в премолярах и молярах: обзор эндодонтической проблемы» указывается, что основная цель эндодонтического лечения — заживление периапикальных тканей, достигаемое путем устранения бактерий и их побочных продуктов из канала и предотвращения повторного заражения. Понимание анатомии корневых каналов является неотъемлемой частью эндодонтического лечения. Анатомические формы и вариации особых зубов должны быть хорошо известны, одним из них являются дополнительные корни/каналы. Хотя возможные отклонения анатомии каналов следует учитывать для всех зубов, некоторые зубы следует выделить. В этом обзоре рассматриваются распространенность, диагностика (клиническая и рентгенологическая) и эндодонтическое лечение зубов с дополнительными корнями/каналами [136].

Захед Мохаммади, Саид Асгари, Соузан Шалави и Пол В. Эбботт в своей работе «Клинические данные о различных методах снижения вероятности пропущенных корневых каналов» отмечают, что одной из основных причин неудач эндодонтического лечения является неспособность врача локализовать все корневые каналы. Из-за сложной анатомии системы корневых каналов пропущенные каналы не являются редкостью. Существует несколько стратегий для снижения вероятности пропущенных корневых каналов, начиная с хороших рентгенограмм, предшествующих лечению. Чтобы преодолеть ограничения

обычных рентгенограмм используют конусно-лучевую компьютерную томографию (КЛКТ).

Правильная подготовка полости доступа имеет решающее значение для локализации устьев корневых каналов. Кроме того, ультразвук является очень важным устройством для поиска пропущенных каналов. Хорошее освещение и использование эндодонтического микроскопа повышают вероятность обнаружения всех корневых каналов во время лечения [97].

С целью уточнения частоты встречаемости сильно изогнутых корневых каналов в зубах разной групповой принадлежности, нами было проведено изучение данных компьютерной томографии 100 пациентов, в возрасте от 18 до 44 лет. На КТ у всех обследованных пациентов мы оценивали все корни каждого зуба на наличие сильно изогнутых корневых каналов. Все полученные данные заносили в таблицу для последующей оценки степени искривленности корневых каналов. Для оценки искривленности корневого канала мы использовали классификацию по Шнайдеру.

Проведя оценку вариативности изгибов корневых каналов зубов различной групповой принадлежности, мы пришли к выводу, что наиболее часто сильно изогнутые корневые каналы встречаются у первого моляра верхней челюсти в мезиальном корне – 56% из 100%, на втором месте второй моляр верхней челюсти мезиальный корень – 32% из 100%, а на третьем месте первый моляр нижней челюсти мезиальный корень – 29% из 100%.

Одной из основных задач эндодонтического лечения является уничтожение инфекции в корневом канале. Это достигается последовательным тщательным выполнением всех этапов эндодонтического лечения, предусмотренных протоколом.

Искривление и кальцификация корневых каналов создают факторы, повышающие риск получения осложнений при проведении эндодонтического лечения.

Абухаймед Т.С. и Абу Нил Е.А. в своем исследовании «Орошение гипохлоритом натрия и его влияние на прочность сцепления с дентином» сделали

вывод, что из-за сложной анатомии пространств корневых каналов использование только инструментальной обработки недостаточно для создания «свободных от бактерий пространств корневых каналов» [75].

Одним из этапов эндодонтического лечения является инструментальная и медикаментозная обработка корневых каналов. Данные этапы дают возможность прохождения корневого канала на всю его длину и обеспечивают его дезинфекцию.

Ирригация играет ключевую роль в медикаментозной обработке корневого канала. Она выполняет несколько важных функций, которые могут различаться в зависимости от используемого ирриганта: уменьшает трение между инструментом и дентином, повышает режущую способность файлов, растворяет ткань, охлаждает файл и зуб, а также обладает моющим, противомикробным и антибиопленочным эффектами. Ирригация также является единственным способом воздействия на те участки стенки корневого канала, которые невозможно обработать эндодонтическими инструментами при механической обработке.

В исследовании «Ирригация в эндодонтии» Хаапасало М., Шен Ю., Ван З., Гао Ю. говорится о том, что для ирригации корневых каналов используются различные средства доставки, от традиционной доставки иглой шприца до различных систем с механическим приводом, включая автоматические насосы и звуковую или ультразвуковую энергию [123].

Учеными, такими как, Цзян Л.М., Верхаген Б., Верслюис М., ван дер Слюйс Л.В., проводилось исследование, целью которого была оценка эффективности удаления остатков дентина из корневого канала с помощью звуковой или ультразвуковой активации ирриганта [165].

В исследовании, посвященном эффективности звуковой и ультразвуковой активации при эндодонтическом лечении, говорится о том, что звуковая активация была более эффективна при удалении смазанного слоя, ультразвуковая активация обеспечила более надежное сцепление между силерами и дентинными канальцами [98, 107].

В научной статье по биотехнологиям в медицине Горкуновой А.Р., Адамчика А.А., Апажиховой М.С., Пшуновой А.А. «Сравнительная оценка эффективности ирригации при эндодонтическом лечении» поднимается проблема выбора препарата, с помощью которого будет проводиться ирригация корневого канала, а также его концентрации и экспозиции. В работе рассмотрены результаты экспериментального исследования лизирования некротизированной пульпы при воздействии раствором гипохлорита натрия различной концентрации. Установлено, что с увеличением концентрации раствора гипохлорита натрия сокращается время полного растворения некротизированной пульпы [58, 88].

Сорокоумова Дина Викторовна, Григорьев Сергей Сергеевич и др. в научной статье под названием «Сравнительная оценка эффективности ультразвуковых и звуковых методов активации ирригационного раствора в корневых каналах с простой и сложной анатомией (экспериментальное исследование)» проводили исследование о наиболее оптимальном способе активации ирригационных растворов для удаления смазанного слоя в корневых каналах с простой и сложной анатомией. Объектом исследования явилась внутренняя стенка корневого канала со смазанным слоем на поверхности дентина корня. Изучение образцов с простой анатомией корневых каналов показало, что активация ирригационного раствора как звуковым, так и ультразвуковым способом приводит к удалению смазанного слоя на всем протяжении корневого канала. При изучении образцов зубов со сложной анатомией корневых каналов определены частично открытые дентинные каналы при активации растворов ультразвуковым или звуковым методом и полностью открытые при активации ирригационного раствора комбинированным методом. Авторы указывают, что проведение активации растворов в корневых каналах с простой анатомией на этапе финишной ирригации одинаково эффективно как ультразвуковыми, так и звуковыми методами. Применение на этапе финишной ирригации звукового метода активации в зубах со сложной анатомией корневых каналов позволяет удалять больше смазанного слоя, чем ультразвуковая активация. С целью повышения эффективности очищения корневого канала в зубах со сложной

анатомией целесообразно сочетанное использование звуковых и ультразвуковых методов [39, 106].

Таким образом, анализ литературных источников показал, что имеется большое количество работ, посвященных повышению эффективности ирригации корневых каналов зубов. Несмотря на то, что в настоящее время для ирригации корневых каналов зубов разрабатываются различные ирригационные системы, наиболее часто для улучшения качества ирригации и усиления антибактериального действия используется звуковая и ультразвуковая активация ирригационного дезинфицирующего раствора.

К сожалению, в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами, эффективность ирригации которых мы изучали в нашем исследовании, применение ультразвуковой активации является небезопасным из-за большой вероятности заклинивания и отлома, используемой ультразвуковой насадки в корневом канале.

При проведении звуковой активации используется гибкая пластиковая насадка, с помощью которой представляется возможным безопасно активировать ирригационный раствор и в сильно изогнутом корневом канале. Однако, в доступной литературе не имеется достаточно полной информации об эффективности применения звуковой активации ирригационного раствора при эндодонтическом лечении зубов с сильно изогнутыми корневыми каналами [26].

Для изучения эффективности применения звуковой активации ирриганта при проведении ирригации сильно изогнутых корневых каналов в зубах с хроническим апикальным периодонтитом было проведено обследование и лечение 100 пациентов в возрасте от 18 до 44 лет.

Все пациенты были распределены на 2 группы, по 50 человек в каждой, в зависимости от того, как проводилась ирригация корневых каналов, а именно с использованием или без использования звуковой активации ирригационного раствора.

Группа 1 – ирригация корневых каналов с использованием звуковой активации.

Группа 2 – ирригация корневых каналов без использования звуковой активации.

У пациентов обеих групп перед проведением эндодонтического лечения осуществляли забор материала для проведения микробиологического исследования. Материал забирали с помощью бумажного пина, погруженного в корневой канал.

Далее проводили в обеих группах инструментальную обработку корневых каналов по методике Crown-down. При проведении инструментальной обработки осуществляли медикаментозную обработку корневых каналов, которая заключалась в том, что ирригацию между каждым инструментом проводили с помощью 3% раствора гипохлорита натрия и шприца эндодонтического, а при механической обработке корневых каналов, эндодонтические файлы смазывали Эндогелем №1-гель ЭДТА 15% [22].

Финальная ирригация корневых каналов у пациентов двух групп отличалась. В первой группе финальную ирригацию корневого канала проводили 3% раствором гипохлорита натрия с использованием звуковой активации ирригационного раствора. Звуковую активацию осуществляли звуковым эндоактиватором EASYDO с насадной, размером 15.02. Канал предварительно заполняли 3% раствором гипохлорита натрия, после чего проводили звуковую активацию на протяжении 20 секунд. Процедуру повторяли трижды. Далее корневой канал из эндодонтического шприца промывали 3% раствором гипохлорита натрия в объеме 12 мл (на протяжении не менее 2 минут), затем корневой канал промывали дистиллированной водой.

Во второй группе финальную ирригацию корневого канала проводили 3% раствором гипохлорита натрия без использования звуковой активации ирригационного раствора. Корневой канал из эндодонтического шприца промывали 3% раствором гипохлорита натрия в объеме 12 мл (на протяжении не менее 2 минут), затем корневой канал промывали дистиллированной водой.

После проведения финальной ирригации у пациентов обеих групп, с помощью бумажных пинов, осуществляли забор материала из корневых каналов для проведения повторного микробиологического исследования.

После забора материала для повторного микробиологического исследования, у пациентов обеих групп осуществляли временное пломбирование корневых каналов пастой на основе гидроксида кальция – Кальцесепт.

Через 14 дней у пациентов обеих групп временный пломбировочный материал из корневых каналов удаляли, финальную ирригацию корневого канала перед его пломбированием проводили с использованием 3% раствора гипохлорита натрия.

В первой группе осуществляли активацию ирригационного раствора по методике, описанной выше. Во второй группе при финальной ирригации звуковую активацию раствора не применяли. Пломбирование корневых каналов у пациентов обеих групп проводили по методике латеральной конденсации с использованием гуттаперчевых штифтов. В качестве силера в обеих группах использовали силер на основе эпоксидной смолы AN-plus.

Перед проведением клинического исследования мы провели экспериментальное исследование по изучению эффективности эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, с помощью разных способов ирригации, проведенного на модели сильно изогнутого корневого канала.

Для проведения данного исследования нами была разработана специальная модель – эндоблок, имитирующий корневой канал зуба с сильным изгибом (Полезная модель «Эндоблок для имитации ирригации корневого канала зуба при наличии в нем отломков стоматологического эндодонтического инструмента», RU 227708 U1).

В канал эндоблока помещали порошок оксида алюминия с размером частиц 27 мкм, имитирующей дентинные опилки, в объеме 1 мм<sup>3</sup>. Модель располагали вертикально, устьем корневого канала вверх.

Ирригацию канала эндоблока осуществляли по двум схемам.

Первая схема заключалась в том, что при проведении ирригации осуществлялась звуковая активация раствора ирриганта. Корневой канал заполняли 3% раствором гипохлорита натрия в объеме 3 мл с помощью эндодонтического шприца. Затем проводили звуковую активацию раствора в корневом канале в течение 20 секунд с помощью звукового эндоактиватора EASYDO с насадной, размером 15.02. После этого канал промывали из эндодонтического шприца 3% раствором гипохлорита натрия, со скоростью введения раствора 6 мл в минуту.

Вторая схема заключалась в том, что ирригацию канала проводили без звуковой активации. Канал промывали из эндодонтического шприца 3% раствором гипохлорита натрия, со скоростью введения раствора 6 мл в минуту.

При использовании обеих схем проводили фотофиксацию оставшегося порошка в просвете корневого канала.

Было проведено 50 исследований по каждой схеме.

Результаты экспериментального исследования, проведенного с использованием разработанной модели, показали, что при применении звуковой активации ирригационного раствора наблюдается тенденция к более эффективной эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, из сильно изогнутого корневого канала, однако статистически значимых достоверных отличий по сравнению с эффективностью ирригации без звуковой активации не наблюдается ( $p > 0,05$ ) [41].

При применении разных способов ирригации при лечении хронического апикального периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами, микробиологическое исследование показало, что при использовании традиционного метода ирригации была выявлена тенденция к снижению только нескольких групп патогенов. Наиболее результативной традиционная методика ирригации оказалась в отношении энтерококков и стрептококков ( $p=0,002$ ). Изменение степени контаминации корневых каналов остальными таксонами не наблюдалось, что свидетельствует о недостаточной эффективности традиционной методики ирригации.

Согласно полученным данным использование метода ирригации со звуковой активацией более продуктивно по сравнению с традиционным методом ирригации. Среди доминирующих таксонов после ирригации со звуковой активацией определялись только стрептококки, пептострептококки и превотеллы, при этом контаминация каналов штаммами других групп микроорганизмов не определялась. Выявлена статистически достоверная разница в показателях контаминации после ирригации со звуковой активацией и фоновой концентрацией. Степень контаминации *Streptococcus spp.* в группе пациентов с активацией составила  $6,7 \pm 0,5$  lg КОЕ (контроль) и  $3,2 \pm 0,5$  lg КОЕ после соответствующей обработки корневого канала ( $p = 0,01$ ). *Peptostreptococcus spp.*, *Prevotella spp.*  $7,8 \pm 0,4$  lg КОЕ и  $9,5 \pm 0,5$  lg КОЕ до обработки, после ирригации с активацией концентрация патогенов статистически значимо снижалась и составила  $2,1 \pm 0,5$  lg КОЕ и  $1,9 \pm 0,5$  lg КОЕ соответственно.

Таким образом, подводя итог экспериментальному и микробиологическому исследованиям, можно сказать, что создаваемая звуковой насадкой дополнительная турбулентность ирригационного раствора не оказывает существенного влияния на эвакуацию из канала порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, но при этом существенно повышает антибактериальную эффективность ирригации, так как, создаваемая звуковой насадкой турбулентность увеличивает омываемость стенок корневого канала раствором антисептика.

Оценка результатов лечения хронического апикального периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами, проведенная на основании клинико-рентгенологического обследования, показала, что через год после лечения в группе, где применялась звуковая активация, улучшение рентгенологической картины наблюдалось у 72% больных, в то время как в группе, где звуковую активацию не применяли, улучшение рентгенологической картины отмечалось лишь у 60% пациентов [2].

Результаты клинического исследования полностью согласуются с результатами микробиологического исследования, выявившего увеличение

антибактериальной эффективности ирригации сильно изогнутых корневых каналов 3% раствором гипохлорита натрия за счет звуковой активации.

Таким образом, результаты проведенного диссертационного исследования свидетельствуют о том, что для повышения эффективности эндодонтического лечения зубов со сложной анатомией корневых каналов, а именно зубов с сильно изогнутыми корневыми каналами, при проведении ирригации корневых каналов следует использовать звуковую активацию ирригационного раствора.

## ВЫВОДЫ

1. На основании рентгенологического исследования установлено, что наиболее часто сильно изогнутые корневые каналы встречаются у первого моляра верхней челюсти в мезиальном корне – 56%, на втором месте второй моляр верхней челюсти в мезиальном корне – 32%, а на третьем месте первый моляр нижней челюсти в мезиальном корне – 29%.

2. Разработана полезная модель «Эндоблок для имитации ирригации корневого канала зуба при наличии в нем отломков стоматологического эндодонтического инструмента», RU 227708 U1, позволяющая оценить эффективность различных способов ирригации сильно изогнутых корневых каналов зубов.

3. Результаты экспериментального исследования, проведенного с использованием разработанной модели, показали, что при применении звуковой активации ирригационного раствора наблюдается тенденция к более эффективной эвакуации порошка оксида алюминия, имитирующего дентинные опилки, из сильно изогнутого корневого канала, однако статистически значимых достоверных отличий по сравнению с эффективностью ирригации без звуковой активации не наблюдается ( $p > 0,05$ ).

4. При лечении хронического периодонтита звуковая активация антисептика при проведении ирригации более эффективно снижает уровень контаминации сильно изогнутых корневых каналов по сравнению с традиционным методом ирригации. После ирригации без звуковой активации ирригационного раствора была выявлена тенденция к снижению только нескольких групп патогенов, а именно энтерококков и стрептококков ( $p = 0,002$ ). После проведения ирригации со звуковой активацией в корневых каналах определялись только стрептококки, пептострептококки и превотеллы, при чем количество этих микроорганизмов было статистически достоверно ниже по сравнению с состоянием до лечения ( $p < 0,05$ ). После звуковой активации

контаминация каналов штаммами других групп микроорганизмов не определялась.

5. Применение звуковой активации раствора антисептика при проведении ирригации корневых каналов позволило повысить эффективность лечения хронического периодонтита в зубах с сильно изогнутыми корневыми каналами. Через год после лечения в группе, где применялась звуковая активация, улучшение рентгенологической картины наблюдалось у 72% больных, в то время как в группе, где звуковую активацию не применяли, улучшение рентгенологической картины отмечалось лишь у 60% пациентов.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для отработки мануального навыка ирригации сильно изогнутых корневых каналов, рекомендуется использовать модель-эндоблок, имитирующий сильно изогнутый корневой канал.
2. Для повышения эффективности эндодонтического лечения зубов с сильно изогнутыми корневыми каналами, финальную ирригацию корневых каналов после механической и медикаментозной обработки следует проводить с использованием звуковой активации ирригационного раствора.
3. В качестве ирриганта при проведении звуковой активации ирригационного раствора следует использовать 3% раствор гипохлорита натрия.
4. При проведении звуковой активации ирригационного раствора, корневой канал необходимо заполнить 3% раствором гипохлорита натрия с помощью эндодонтического шприца, после чего провести звуковую активацию в течение 20 с, поместив в корневой канал насадку звукового эндодонтического активатора.
5. Звуковую активацию в каждом корневом канале следует последовательно проводить трижды, по 20 с, с заменой ирригационного раствора на новую порцию 3% раствора гипохлорита натрия.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

Lg КОЕ – десятичный логарифм колониеобразующих единиц

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав

КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография

ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота

NaOCl – гипохлорит натрия

ЭОД – электродонтодиагностика

ЭОМ – электроодонтометрией

КТ – компьютерная томография

МРТ – магнитно-резонансная томография

ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота

ОШ – отношения шансов

ДИ – доверительный интервал

ЦРВ – центральный резец верхней челюсти

ЛРВ – латеральный резец верхней челюсти

КВ – клык верхней челюсти

ППВВ – первый премоляр верхней челюсти вестибулярный корень

ППВН – первый моляр верхней челюсти небный корень

ВПВ – второй премоляр верхней челюсти

ПМВД – первый моляр верхней челюсти дистальный корень

ПМВМ – первый моляр верхней челюсти мезиальный корень

ПМВН – первый моляр верхней челюсти небный корень

ВМВМ – второй моляр верхней челюсти мезиальный корень

ВМВД – второй моляр верхней челюсти дистальный корень

ВМВН – второй моляр верхней челюсти небный корень

ЦРН – центральный резец нижней челюсти

ЛРН – латеральный резец нижней челюсти

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адамчик, А. А. Клинико-экспериментальное обоснование диагностики и лечения деструктивных форм хронического периодонтита : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Адамчик Анатолий Анатольевич ; Кубанский государственный медицинский университет. – Краснодар, 2018. – 392 с.
2. Активация раствора антисептика в искривленных корневых каналах как залог успешного эндодонтического лечения / А. А. Волошина, А. Е. Дорофеев, А. В. Севбитов, А. В. Гринёв, Ю. И. Енина, К. Е. Захарова // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2023. – Т. 25. – № 7. – С. 33-39. – DOI: 10.26787/nvdha-2686-6838-2023-25-7-33-39.
3. Актуальные проблемы современной стоматологии и фармации. Сборник научных статей по стоматологии и фармации, г. Тирасполь, 2019 г. / Ред.: В. В. Соколов, Л. Н. Сторожук, В. Я. Рябцев [и др.]; отв. за выпуск: И.М. Рябцева. – НУОВШПО «ТМУ» : Тирасполь, 2019. – 387 с.
4. Амелюхина, Ж. Ю. Клинико-лабораторное обоснование применения лазера длиной волны 2780 нм для эффективного эндодонтического лечения : специальность 3.1.7. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Амелюхина Жанна Юрьевна ; ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы». – Москва, 2024. – 23 с.
5. Амелюхина, Ж. Ю. Лабораторное исследование качества obturation корневых каналов зубов при применении различных методик медикаментозной обработки корневых каналов / Ж. Ю. Амелюхина, Т. В. Фурцев, Г. М. Зеер // Эндодонтия Today. – 2023. – Т. 21. – № 1. – С. 4-9.
6. Анатомия системы корневых каналов зубов нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / С. Н. Разумова, А. С. Браго, Л. М. Хасханова [и др.] // Эндодонтия Today. – 2018. – № 4. – С. 50-52.

7. Асатурян, Е. Г. Конусно-лучевая компьютерная томография в диагностике стоматологической патологии. / Е. Г. Асатурян, Н. М. Шулькина // Лучевая диагностика и терапия. – 2019. – № S1. – С. 30.
8. Байназарова, Н. Т. Анализ качества эндодонтического лечения, профилактика осложнений (по данным литературы) / Н. Т. Байназарова, М. К. Исакова // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2017. – № 3. – С. 184-187.
9. Бекжанова, О. Е. Особенности медикаментозной обработки корневых каналов / О. Е. Бекжанова, Н. Р. Абдулхакова, М. М. Астанакулова // В сборнике: Актуальные проблемы стоматологии детского возраста и ортодонтии. Сборник научных статей XII региональной научно-практической конференции с международным участием по детской стоматологии. Под редакцией А.А. Антоновой. – Хабаровск: Антар, 2022. – С. 13-15.
10. Беленова, И. А. Сравнительная характеристика микрофлоры корневого дентина при применении различных вариантов медикаментозной обработки корневых каналов зубов / И. А. Беленова, О. А. Красичкова // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2014. – № 1. – С. 55.
11. Бутвиловский, А. В. Медикаментозная обработка системы корневых каналов зубов: задачи, общие правила, основные ирриганты / А. В. Бутвиловский, Т. Н. Терехова, Т. А. Пыко // Современная стоматология. – 2022. – № 3 (88). – С. 8-15.
12. Венедиктова, В. А. Особенности анатомо-топографического строения и эндодонтического лечения корневых каналов зубов у пациентов разных возрастных групп : специальность 3.1.7. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Венедиктова Валентина Александровна; ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет). – Москва – 2023. – С. 165.
13. Влияние табакокурения при помощи парового коктейля на полость рта / Е. С. Емелина, А. Е. Дорофеев, Г. В. Емелина, К. А. Ершов, И. И. Кузнецов // Актуальные проблемы медицины. – 2021. – Т. 44. – № 2. – С. 200-208.

14. Внутриканальная резорбция корня (Клинический случай) / М. В. Снегирев, И. М. Рабинович, Н. Б. Петрухина, В. А. Венедиктова : материалы XX ежегодного научного форума «Стоматология 2018». – Стоматология. – 2018. – № 6-2. – С. 15.
15. Волков, Д. П. К вопросу о профилактике осложнений эндодонтического лечения апикального периодонтита. / Д. П. Волков, А. В. Митронин // Dental Forum. – 2015. – № 4. – С. 19.
16. Выбор техник, методов и средств механической обработки корневых каналов стоматологами беларуси / Т. Н. Манак, А. В. Бутвиловский, М. А. Тоока, Д. Л. Володкевич // Стоматологический журнал. – 2019. – Т. 20. – № 2. – С. 103-106.
17. Гатина, Э. Н. Современные возможности ирригации корневых каналов / Э. Н. Гатина, Г. Р. Егорова, Ю. В. Фазылова // Молодой ученый. – 2015. – № 11. – С. 631-635.
18. Ефимович, О. И. Комплексное лечение хронического апикального периодонтита. / О. И. Ефимович, Т. Н. Сиукаева, Л. А. Мамедова // Стоматология для всех. – 2016. – № 1. – С. 12-15.
19. Зафириди, Н. В. Клиническое значение ангиогенных маркеров для выработки тактики ведения беременных с плацента-ассоциированными осложнениями : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Зафириди Николета Владимировна ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2022. – 167 с.
20. Зорян, А. В. Фармакотерапия в эндодонтической практике : Учебное пособие для врачей-стоматологов и студентов медицинского факультета, обучающихся по специальности «Стоматология». В 2-х частях. Том Часть 1 / А. В. Зорян, И. В. Багдасарова. – Москва : Российский университет дружбы народов, 2015. – 68 с. – ISBN 978-5-209-06680-4.
21. Иммуные нарушения на системном и локальном уровнях при хроническом периодонтите, взаимосвязь с оксидантными изменениями / Д. Д. Голдобин, А. Л.

- Локтионов, Н. А. Быстрова [и др.] // Иммунология. – 2017. – Т. 38. – № 1. – С. 47-51.
22. Исмаилов, Ф. Р. Клинико-лабораторное обоснование применение методов оптимизации эндодонтического лечения : специальность 3.1.7. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Исмаилов Фарух Рустамбекович ; ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы». – Москва, 2023. – 144 с.
23. Клинико-лабораторный биоинформационный алгоритм по оптимизации эндодонтического лечения / Н. Б. Петрухина, И. М. Рабинович, В. А. Венедиктова, М. В. Салтовец // Клиническая стоматология. – 2023. – № 1. – С. 56-60.
24. Клинико-рентгенологическая оценка анатомо-топографического строения корневых каналов зубов у пациентов разных возрастных групп / Н. Б. Петрухина, О. А. Зорина, О. А. Борискина, И. С. Беркутова, В. А. Венедиктова, М. В. Салтовец // Стоматология. – 2020. – Т. 99. – № 5. – С. 32-37.
25. Кошоев, Т. Э. Современные аспекты механической и медикаментозной обработки корневых каналов / Т. Э. Кошоев, А. М. У. Абдумуталов, И. Н. Пулотов // Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. – 2022. – № 4. – С. 181-190.
26. Куратов, И. А. Вакуумно-струйная ирригация корневых каналов зубов при лечении хронического апикального периодонтита : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Куратов Илья Александрович ; Уральский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Екатеринбург, 2019. – 150 с.
27. Лечение, профилактика и исходы эндодонтических поражений: современный взгляд / Д. А. Моисеев, И. С. Копецкий, И. А. Никольская, О. Ю. Гусева, Е. Г. Михайлова, Д. А. Еремин, Н. Н. Патракова, И. В. Погабало, А. А. Оглобин // Клиническая стоматология. – 2023. – Т. 26. – № 4. – С. 18-28.

28. Лубашева, О. Я. Уточнение алгоритма лучевого обследования стоматологических пациентов на амбулаторном приеме. / О. Я. Лубашева, В. П. Трутень, О. В. Аббясова // Лучевая диагностика и терапия. – 2019. – № S1. – С. 32.
29. Луцкая, И. К. Препарирование устьев корневых каналов - важный этап качественного эндодонтического лечения / И. К. Луцкая, О. А. Лопатин // Эндодонтия Today. – 2018. – № 3. – С. 57-63.
30. Мамедзаде, Р. Э. Современные материалы, техники ирригации и активации в эндодонтическом лечении зубов / Р. Э. Мамедзаде // Вестник стоматологии. – 2017. – №1 (98).
31. Манак, Т. Н. Медикаментозная обработка корневого канала -важнейший этап в комплексе эндодонтического лечения (обзор литературы) научные исследования / Т. Н. Манак, О. С. Савостикова // Стоматологический журнал. – 2018. – Т. 19. – № 4. – С. 268-272.
32. Международное обозрение // Эндодонтия Today. – 2004. – № 3-4. – С. 73-80.
33. Механическая обработка искривленных корневых каналов / М. А. Тоока, Т. Н. Манак, А. В. Бутвиловский, Д. Л. Володкевич, А. Л. Володкевич // Стоматологический журнал. – 2017. – Т. 18. – № 4. – С. 279-283.
34. Михайличенко, М. И. Местная холодовая травма : клинко-патогенетические механизмы и прогнозирование исходов : специальность 14.03.03. «Патологическая физиология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Михайличенко Максим Игоревич ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2022. – 215 с.
35. Морфологические особенности облитерированной системы корневых каналов / А. В. Поройская, Ю. А. Македонова, Е. И. Адамович [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2020. – № 1. – С. 18-21.
36. Мхоян, Г. Р. Удаление зубных отложений с помощью низкочастотного ультразвука и озонированной контактной среды при лечении катарального гингивита у лиц молодого возраста : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Мхоян

Гаяне Робертовна ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2022. – 120 с.

37. Никольская, И. А. Методы лечения заболеваний пульпы Современные аспекты применения в клинической практике / И. А. Никольская, И. С. Копецкий // Эндодонтия Today. – 2016. – № 3. – С. 37-39.

38. Новожилова, Н. Е. Устойчивость зубов к продольному перелому после механической и медикаментозной обработки корневых каналов : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Новожилова Нина Евгеньевна; Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова. – Москва, 2017. – 111 с.

39. Образование смазанного слоя при работе ручными и машинными инструментами, современный протокол ирригации / К. А. Лаптева, Д. С. Шабалина, Д. В. Сорокоумова, Д. В. Киселева, И. А. Готтман // Материалы IV Международного симпозиума «Актуальные проблемы стоматологии». – 2018. – С. 42-44.

40. Особенности медикаментозной подготовки пациента при эндодонтическом лечении / С. В. Микляев, А. В. Сущенко, О. В. Улитина [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15. – № 5. – С. 7-13.

41. Особенности применения звуковой активации в искривленных корневых каналах зубов / А. А. Волошина, А. Е. Дорофеев, А. В. Севбитов, Г. В. Емелина, А. С. Утюж, Е. С. Емелина // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2025. – Т. 19. – № 1. – С. 55-60. – DOI: 10.24412/2075-4094-2025-1-1-7.

42. Особенности эндодонтического лечения зубов с эндопародонтальным поражением как залог качественного протезирования / А. В. Севбитов, А. Е. Дорофеев, В. И. Бондаренко, Е. С. Емелина, К. Е. Захарова // Медико-фармацевтический журнал Пульс. – 2023. – Т. 25. – № 5. – С. 52-56.

43. Патент на полезную модель № 227708 U1 Российская Федерация, МПК G09B 23/28, A61C 19/00. Эндоблок для имитации ирригации корневого канала

зуба при наличии в нем отломков стоматологического эндодонтического инструмента : № 2024110523 : заявл. 17.04.2024 : опубл. 31.07.2024 / А. В. Гуськов, А. В. Севбитов, А. В. Гринев, С. И. Калиновский, А. А. Волошина, П. М. Игнатов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова" Министерства здравоохранения Российской Федерации.

44. Перспективы применения ультразвуковой терапии в сочетании с препаратом, обладающим антисептическим действием в комплексном лечении пародонтита / А. Г. Волков, И. А. Парамонова, И. С. Копецкий, И. Никольская, Д. А. Еремин, Г. С. Кабисова, Е. Г. Михайлова, Л. В. Побожьева // Медицинский алфавит. – 2021. – № 2. – С. 71-74.

45. Петрухина, Н. Б. Клинико-рентгенологическая оценка анатомопографического строения корневых каналов зубов у пациентов разных возрастных групп. / Н. Б. Петрухина, В. А. Венедиктова, М. В. Снегирев // Материалы XXI ежегодного научного форума «Стоматология 2019». – Стоматология, 2019. – С. 80.

46. Повышение эффективности эндодонтического лечения с помощью аппаратных методов / И. М. Макеева, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология. – 2017. – Т. 96. – № 2. – С. 17-19.

47. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии в процессе диагностики и планирования лечения кариеса и его осложнений / А. К. Мхитарян, Н. К. Нечаева, А. А. Долгалев [и др.] // Эндодонтия Today. – 2018. – № 3. – С. 4-7.

48. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии для визуализации анатомии корневых каналов зубов в норме и при патологии / Э. Ш. Исламова, А. А. Супильников, И. В. Емельдяжев [и др.]. // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. – 2015. – № 1(17). – С. 19-27.

49. Региональные особенности анатомического строения корневых каналов первых моляров / Н. А. Соколович, С. Н. Разумова, А. С. Браго [и др.] // Медицинский альянс. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 96-101.

50. Ретроспективный анализ качества пломбирования корневых каналов по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / А. А. Адамчик, В. В. Дорогань, Е. С. Запорожская-Абрамова, В. В. Таиров, В. А. Иващенко, К. Д. Кирш, С. А. Коровашкин // Эндодонтия Today. – 2022. – Т. 20 – №2. – С. 102-108.
51. Система морфологии корневых каналов и препараты, применяемые для ирригации при хроническом апикальном периодонтите / И. М. Тулегенова, М. Т. Копбаева, К. Д. Алтынбеков [и др.] // Наука и здравоохранение. – 2023. – Т. 25. – № 6. – С. 235-245. – DOI: 10.34689/SH.2023.25.6.026.
52. Сиукаева, Т. Н. Сравнительный анализ эффективности воздействия на микробную биоплёнку современных методов хемомеханической обработки при лечении пациентов с апикальным периодонтитом : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Сиукаева Тамара Нугзаровна ; Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова. – Москва, 2017. – 127 с.
53. Современные медикаментозные средства и методы обработки корневых каналов зубов при лечении периодонтита / О. А. Алфимова, О. А. Соловьева, М. М. Лысова, А. В. Лысов, З. О. Калита // Актуальные вопросы клинической стоматологии: материалы 52-ой всероссийской научно-практической конференции. Ставрополь: Ставропольский государственный медицинский университет, 2017. – С. 80-83.
54. Современные методы лечения заболеваний пародонта / Д. А. Тоиров, М. Х. Цечоева, Н. В. Жаданова, М. Н. Суворова, Г. В. Емелина // В сборнике: Актуальные проблемы медицинской науки и образования (АПМНО-2023). Сборник статей по материалам IX Международной научной конференции. – Пенза, Пензенский государственный университет, 2023. – С. 250-253.
55. Современные методы медикаментозной обработки корневых каналов при лечении апикального периодонтита / Г. И. Лукина, А. М. Кравченко, Л. А. Дмитриева, М. Я. Абрамова // Российская стоматология. – 2022. – Т. 15. – № 2. – С. 55-56.

56. Сравнение качества очистки искривленных корневых каналов при повторном эндодонтическом лечении / А. А. Волошина, А. Е. Дорофеев, А. В. Севбитов, К. Е. Захарова // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2024. – Т. 18. – № 2. – С. 12-16.
57. Сравнительная оценка выраженности венозного застоя и исходов госпитализации у пациентов с острой декомпенсацией сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса / Е. А. Рогожкина, Т. Ю. Веденикин, Ю. С. Тимофеев [и др.] // Российский кардиологический журнал. – 2024. – Т. 29. – № 7. – С. 150-158. – DOI: 10.15829/1560-4071-2024-5977.
58. Сравнительная оценка эффективности ирригации при эндодонтическом лечении / А. Р. Горкунова, А. А. Адамчик, М. С. Апажихова, А. А. Пшунова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. – №1. – С.45-49.
59. Сравнительная оценка эффективности ультразвуковых и звуковых методов активации ирригационного раствора в корневых каналах с простой и сложной анатомией (экспериментальное исследование) / Д. В. Сорокоумова, С. С. Григорьев, К. А. Лаптева, Д. С. Шабалина, Д. В. Киселева, Е. С. Шагалов, Л. В. Леонова // Проблемы стоматологии. – 2019. – № 1. – С. 57-62.
60. Сравнительная характеристика современных антисептиков для медикаментозной обработки корневых каналов / П. Г. Тимофеева, В. И. Паняева, Д. В. Никифорова, Е. О. Трубина, О. И. Спиридонова // Приднепровский научный вестник. – 2024. – Т. 4. – № 2. – С. 3-6.
61. Сравнительная эффективность медикаментозной обработки системы корневых каналов / Н. А. Сахарук, Н. Э. Колчанова, А. С. Гречиха, Ш. Аманова // Стоматология. Эстетика. Инновации. – 2020. – Т. 4. – № 2. – С. 143-152.
62. Теплова, А. В. Особенности оказания стоматологической помощи спортсменам-чирлидерам : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Теплова Анна Валерьевна ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2022. – 133 с.

63. Тимошина, М. Д. Особенности стоматологического статуса артистов балета : специальность 3.1.7. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Тимошина Мария Дмитриевна ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2024. – 24 с.
64. Тимошина, М. Д. Особенности стоматологического статуса артистов балета : специальность 3.1.7. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Тимошина Мария Дмитриевна ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2024. – 130 с.
65. Тоока, М. А. Анализ эффективности различных методов механической обработки искривленных корневых каналов на 3d-моделях зубов / М. А. Тоока, Т. Н. Манак, А. В. Бутвиловский // Современная стоматология. – 2022. – № 1 (86). – С. 76-82.
66. Тоока, М. А. Индексная оценка кривизны корневых каналов зубов / М. А. Тоока, Т. Н. Манак // Современная стоматология. – 2021. – № 2 (83). – С. 80-85.
67. Тоока, М. А. Результаты применения разных протоколов механической обработки искривленных корневых каналов зубов / М. А. Тоока, Т. Н. Манак, А. В. Бутвиловский // Медицинские новости. – 2022. – № 3 (330). – С. 79-82.
68. Тоока, М. А. Эффективность различных способов механической обработки искривленных корневых каналов на 3D-печатанных моделях зубов / М. А. Тоока // Актуальные проблемы медицины : Сборник материалов итоговой научно-практической конференции, Гродно, 27 января 2022 года / Отв. редактор С.Б. Вольф. – Гродно: Гродненский государственный медицинский университет, 2022. – С. 499-500.
69. Фазуллин, Ф. З. Современные ирриганты для медикаментозной обработки корневого канала / Ф. З. Фазуллин, О. А. Гуляева, Д. Н. Тухватуллина // Актуальные проблемы стоматологии; сборник научных статей Всероссийской научно-практической конференции; под общей редакцией С. Л. Блашковой. – Москва : Медицина, 2017. – С. 316-321.

70. Физические аппаратные методы диагностики и лечения в эндодонтии : Учебно-методическое пособие для студентов стоматологических факультетов медицинских вузов / И. М. Макеева, А. Г. Волков, Ф. Ю. Даурова [и др.]. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2020. – 48 с. – ISBN 978-5-209-09932-1.
71. Цакоев, А. Г. Средства для медикаментозной обработки (ирригации) корневых каналов / А. Г. Цакоев // Научные достижения в XXI веке. Сборник научных трудов по материалам XXIX Международной научно-практической конференции. Анапа, 2022. – С. 16-19.
72. Частота встречаемости различных вариантов строения корневых каналов и методы механической их обработки в практике врача-стоматолога-терапевта / Т. Л. Рединова, Е. И. Пудова, И. Х. Шарифуллина [и др.] // Эндодонтия Today. – 2022. – Т. 20. – № 3. – С. 215-221.
73. Юсупова, А. Ф. Применение тромбоцитарной аутоплазмы при лечении хронического апикального периодонтита : специальность 3.1.7. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Юсупова Алина Флюоровна ; Башкирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Уфа, 2021. – 113 с.
74. Abuhaimed, T.S. Sodium Hypochlorite Irrigation and Its Effect on Bond Strength to Dentin / T. S. Abuhaimed, E. A. Abou Neel // Biomed Res Int. – 2017. – № 2017. – 1930360.
75. Accuracy of high resolution small- volume cone-beam computed tomography in detecting complex anatomy of the apical isthmi: ex vivo analysis / E. S. Tolentino, P. A. Amoroso-Silva, M. P. Alcalde [et al.] // Journal of Endodontics. – 2018. – Vol. 44. – № 12. – P. 1862–1866.
76. Advances in the role of sodium hypochlorite irrigant in chemical preparation of root canal treatment / C. Cai, X. Chen, Y. Li, Q. Jiang // Biomed Res Int. – 2023. – Vol. 2023. – № 1. – P. 1-17.

77. Al-Fuzan, K. S. A new classification of endodontic-periodontal lesions / K. S. AlFuzan // *International Journal of Dentistry*. — 2014. — Vol. 2014. — № 12. — 919173.
78. Al-Habib, M. Assessment of mesiobuccal canal configuration, prevalence and inter-orifice distance at different root thirds of maxillary first molars: A CBCT study / M. Al-Habib, H. Mohammed // *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*. — 2021. — Vol. 13. — P.105-111.
79. Alnowailaty, Y. The C-shaped canal system in mandibular molars of a Saudi arabian population: Prevalence and root canal configurations using cone-beam computed tomography. / Y. Alnowailaty, F. Alghamdi // *Cureus*. — 2022. — Vol. 14. — № 5. — P. e25343.
80. An Appraisal on Newer Endodontic File Systems: A Narrative Review / M. Mustafa, K. Attur, K. K. Bagda, S. Singh, A. Oak, N. Kathiria // *J Contemp Dent Pract*. — 2022. — Vol. 23. — № 9. — P. 944-952.
81. An experimental intraradicular biofilm model in the pig for evaluating irrigation techniques / T. Tanaka, Y. Yahata, K. Handa [et al.] // *BMC Oral Health*. — 2021. — Vol. 21. — P. 177.
82. Analysis of cause of endodontic failure of C-shaped root canals. / Y. Kim, D. Lee, Da-Vin Kim, Sin-Young Kim [et al.] // *Scanning*. — 2018. — Vol. 2018. — 2516832.
83. Analysis of dental morbidity in choosing the methods and approaches of individual prevention of dental caries and periodontal diseases / G. V. Emelina, M. N. Suvorova, S. M. Gerashchenko, E. A. Koretskaya, E. S. Emelina // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. — 2018. — Vol. 10. — № 4. — P. 790-793.
84. Antibacterial Efficacy of a New Sonic Irrigation Device for Root Canal Disinfection / K.W. Neuhaus, M. Liebi, S. Stauffacher, S. Eick, A. Lussi // *J Endod*. — 2016. — Vol. 42. — № 12. — P. 1799-1803.
85. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals / C. Estrela, C. R. Estrela, D. A. Decurcio, A. C. Hollanda, J. A. Silva // *Int Endod J*. — 2007. — Vol. 40. — № 2. — P. 85-93.

86. Apical root canal microbiome associated with primary and posttreatment apical periodontitis: A systematic review / Jr. J. F. Jr. Siqueira, W. O. Silva, K. Romeiro, L. F. Gominho, F. R. F. Alves, I. N. Rôças // *Int Endod J.* – 2024. – Vol. 57. – № 8. – P. 1043-1058.
87. Assessment of the Cyclic Fatigue Performance of the Novel Protaper Ultimate File System Used in Different Kinematics: An In Vitro Study / C. T. Diaconu, A. E. Diaconu, M. J. Tuculina, L. L. Mihai, M. Gheorghită, L. M. Gheorghită, P. Mărășescu, A. Gliga, O. A. Diaconu // *J Funct Biomater.* – 2024. – Vol. 15. – № 4. – P. 85.
88. Bastos, J. V. Pulp canal obliteration after traumatic injuries in permanent teeth – scientific fact or fiction? / J. V. Bastos, M. I. Côrtes // *Brazilian oral research.* – 2018. – № 32. – P. 159-168.
89. Bhuva, B. Complications in Endodontics / B. Bhuva, O. Ikram // *Prim Dent J.* – 2020. – Vol. 9. – № 4. – P. 52-58.
90. Boutsoukis, C. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods / C. Boutsoukis, M. T. Arias-Moliz // *Int Endod J.* – 2022. – Vol. 55. – Suppl. 3. – P. 588-612.
91. Chaniotis, A. Present status and future directions: Management of curved and calcified root canals / A. Chaniotis, R. Ordinola-Zapata // *Int Endod J.* – 2022. – Vol. 55. – Suppl 3. – P. 656-684.
92. Chemical aspect of sodium hypochlorite activation in obtaining favorable outcomes of endodontic treatment: An in-vitro study / H. Gołabek, K. M. Borys, M. R. Kohli, K. Brus-Sawczuk, I. Strużycka // *Adv Clin Exp Med.* – 2019. – Vol. 28. – № 10. – P. 1311-1319.
93. Chen, K. Endodontic treatment of the maxillary first molar with palatal canal variations: A case report and review of literature. / K. Chen, X. Ran, Y. Wang // *World Journal of Clinical Cases.* – 2022. – Vol. 10. – № 32. – P. 12036-12044.
94. Cheung, G. S. Endodontic failures-changing the approach / G. S. Cheung // *Int Dent J.* – 1996. – Vol. 46. – № 3. – P. 131-138.

95. Cleaning efficacy of EDDY versus ultrasonically-activated irrigation in root canals: a systematic review and meta-analysis / X. Chu, S. Feng, W. Zhou [et al.] // BMC Oral Health. – 2023. – Vol. 23. – № 1. – P. 155.
96. Clinical evaluation of the efficacy of EDTA solution as an endodontic irrigant / T. Yoshida, T. Shibata, T. Shinohara, S. Gomyo, I. Sekine // J Endod. – 1995. – Vol. 21. – № 12. – P. 592-593.
97. Clinical Update on the Different Methods to Decrease the Occurrence of Missed Root Canals / Z. Mohammadi, S. Asgary, S. Shalavi, P. A. V Abbott // Iran Endod J. – 2016. – Vol. 11. – № 3. – P. 208-213.
98. Comparing the pulp/tooth area ratio and dentin thickness of mandibular first molars in different age groups: A cone-beam computed tomography study / M. Chaleefong, S. Prapayasadok, S. Nalampang [et al.] // Journal of conservative dentistry (JCD). – 2021. – Vol. 24. – № 2. – P. 158-162.
99. Cone-beam computed tomography diagnosis and nonsurgical endodontic management of a taurodontic mandibular first premolar with two roots and four canals: A rare case report / R. Penukonda, H. Pattar, G. S. S. Lin, K. R. Kacharaju // Journal of Conservative Dentistry. – 2021. – Vol. 24. – № 6. – P.634-639.
100. Cyclic Fatigue Resistance of Four Heat-Treated Nickel-Titanium Files in Severely Curved Simulated Canals: An In Vitro Study / K. Greco, G. Paolone, G. Cicero, G. Tetè, N. Cantile, M.T. Sberna, T. Saladino, E. F. Gherlone, G. Cantatore // J Clin Med. – 2024. – Vol. 13. – № 19. – P. 5739.
101. Dorothy, A. Prognosis and results after periodontal therapy / A. P. Dorothy, P. L. Beemsterboer // Pocket Dentistry. – 2015. – Chapter 18.
102. Ee, J. Comparison of endodontic diagnosis and treatment planning decisions using cone-beam volumetric tomography versus periapical radiography. / J. Ee, M. Fayad, B. R. Johnson // Journal of Endodontics. – 2014. – Vol. 40. – № 7. – P. 910916.
103. Effect of phytic acid on chemical, structural, and mechanical characteristics of nickel-titanium endodontic files / M. Samara, M. Nassar, A. Alqedairi, H. Alfawaz, A. Jamleh // Sci Rep. – 2024. – Vol. 14. – № 1. – P. 20164.

104. Effectiveness of different activated irrigation techniques on debris and smear layer removal from curved root canals: a SEM evaluation / F. Haupt, M. Meinel, A. Gunawardana, M. Hulsmann // *Australian Endodontic Journal*. – 2019. – Vol. 46. – № 1. – P. 40-46.
105. Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root canal disinfection: a systematic review of *in vitro* studies / V. Nagendrababu, J. Jayaraman, A. Suresh, S. Kalyanasundaram, P. Neelakantan // *Clin Oral Investig*. – 2018. – Vol. 22. – № 2. – P. 655-670.
106. Effects of non-surgical periodontal therapy on periodontal laboratory and clinical data as well as on disease activity in patients with rheumatoid arthritis / R. Cosgarea, R. Tristiu, R.B. Dumitru [et al.] // *Clinical Oral Investigations*. – 2019. – Vol. 23. – № 1. – P. 141-151.
107. Efficacy of irrigant activation techniques in removing intracanal smear layer and debris from mature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis / S. Virdee, D. Seymour, D. Farnell, G. Bhamra, S. Bhakta // *Int Endod Journal*. – 2018. – Vol. 51. – P. 605-621.
108. Efficacy of sonic and ultrasonic activation during endodontic treatment: a Meta-analysis of *in vitro* studies / S. Paixão, C. Rodrigues, L. Grenho, M. H. Fernandes // *Acta Odontol Scand*. – 2022. – Vol. 80. – № 8. – P. 588-595.
109. Elnaghy, A. Effectiveness of XPendo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study / A. Elnaghy, A. Mandorah, S. Elsaka // *Odontology*. – 2017. – Vol. 105. – P. 178-183.
110. Endodontic management of maxillary first molar with unusual anatomy / M. S. Battula, M. Kaushik, N. Mehra, A. Singh // *Journal of Conservative Dentistry*. – 2022. – Vol. 25. – № 5. – P. 569-572.
111. Endodontic treatment of the mandibular first molar with six root canals: A case report and literature review. / M. Liu, Y. Zhang, P. Sun [et al.] // *Experimental and Therapeutic Medicine*. – 2022. – Vol. 24. – № 6. – P. 760.

112. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal / L. M. Jiang, B. Verhaagen, M. Versluis, L. W. van der Sluis // *J Endod.* – 2010. – Vol. 36. – № 1. – P. 143-146.
113. Factors affecting the outcome of full pulpotomy in permanent posterior teeth diagnosed with reversible or irreversible pulpitis. / M. Zhang, Y. Xiong, X. Wang [et al.] // *Scientific Reports.* – 2022. – Vol. 12. – P. 20280.
114. FESEM evaluation of smear layer removal from conservatively shaped canals: laser activated irrigation (PIPS and SWEEPS) compared to sonic and passive ultrasonic activation-an ex vivo study / M. Mancini, L. Cerroni, P. Palopoli, G. Olivi, M. Olivi, C. Buoni, L. Cianconi // *BMC Oral Health.* – 2021. – Vol. 21. – № 1. – P. 81.
115. George, R. Evaluation of the evidence of effectiveness of ultrasonic activated irrigation for root canal treatment / R. George // *Evid Based Dent.* – 2019. – Vol. 20. – № 3. – P. 83-84.
116. Guided endodontics: a literature review. / K. Kulinkovych-Levchuk, M. P. Pecci-Lloret, P. Castelo-Baz [et al.] // *The International Journal of Environmental Research and Public Health.* – 2022. – Vol. 19(21). – P.13900.
117. Harrington, G. W. The periodontal-endodontic controversy / G. W. Harrington, D. R. Steiner, W. F. Ammons // *Periodontol 2000.* – 2002. – №30. – P. 123-30.
118. Hennessy, B. J. Pulpitis / B. J. Hennessy // *MSD Manual Professional Edition,* 2021.
119. Impact of agitation/activation strategies on the antibiofilm potential of sodium hypochlorite/etidronate mixture in vitro / M. Cai, Y. Cai, R. Yang, Z. Xu, P. Neelakantan, X. Wei. // *BMC Oral Health.* – 2022. – Vol. 22. – № 1. – P. 201.
120. Influence of the EndoActivator Irrigation System on Dentinal Tubule Penetration of a Novel Tricalcium Silicate-Based Sealer / R. El Hachem, G. Le Brun, B. Le Jeune, F. Pellen, I. Khalil, M. Abboud // *Dentistry Journal.* – 2018. – Vol. 6. – № 3. – P. 45.
121. Introduction to cariology and periodontology /A. V. Sevbitov, M. Yu Kuznetsova, A. E. Dorofeev [et al.] // Moscow : Medical Informational Agency Publishers, 2020. – 120 p.

122. Introduction to endodontics / A. V. Sevbitov, A. E. Dorofeev, M. Yu. Kuznetsova, K. A. Ershov, S. D. Danshina, I. G. Pustokhina. – Moscow: Medical Informational Agency Publishers. – 2021. – ISBN: 978-5-9986-0453-9.
123. Irrigation in endodontics / M. Haapasalo, Y. Shen, Z. Wang, Y. Gao // *Br Dent J.* – 2014. – Vol. 216. – № 6. – P. 299-303.
124. Jafarzadeh, H. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics / H. Jafarzadeh, P. V. Abbott // *J Endod.* – 2007. – Vol. 33. – № 10. – P. 1155-1162.
125. Kanisavaran, Z. M. Chlorhexidine gluconate in endodontics: an update review / Z. M. Kanisavaran // *Int Dent J.* – 2008. – Vol. 58. – № 5. – P. 247-257.
126. Kim, S. G. Infection and pulp regeneration / S. G. Kim // *Dentistry journal.* – 2016. – Vol. 4. – №1. – P. 1-13.
127. Kim, S. Y. Mandibular second molar root canal morphology and variants in a Korean subpopulation / S. Y. Kim, B. S. Kim, Y. Kim // *International Endodontic Journal.* – 2016. – Vol. 49. – № 2. – P 136-144.
128. Kirilova, J. Variation of maxillary first premolar with three root canals. / J. Kirilova, S. Topalova-Pirinska, D. Kirov. // *Journal of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers).* – 2014. – Vol. 20. – P. 584-588.
129. Lim, J. H. Diagnosis and treatment of teeth with primary endodontic lesions mimicking periodontal disease: three cases with long-term follow ups / J. H. Lim, J. H. Lee, S. J. Shin // *Restorative dentistry & endodontics.* – 2014. – Vol. 39. – №1. – P. 5662.
130. Limitations and Management of Static-guided Endodontics Failure / W. L. Fonseca Tavares, N. de Oliveira Murta Pedrosa, R. A. Moreira, T. Braga, V. de Carvalho Machado, A. P. Ribeiro Sobrinho, R. R. Amaral // *J Endod.* — 2022. – Vol. 48. – № 2. – P. 273-279.
131. Martin, H. Cleanliness, disinfection, and sterilization of the root canal / H. Martin // *Curr Opin Dent.* – 1991. – Vol. 1. – № 6. – P. 734-736.
132. McGillivray, A. The influence of laser-activated irrigation on post-operative pain following root canal treatment: A systematic review / A. McGillivray, A. Dutta // *J Dent.* – 2024. – Vol. 144. – P. 104928.

133. McGuigan, M. B. The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome / M. B. McGuigan, C. Louca, H. F. Duncan // *Br Dent J.* – 2013. – Vol. 214. – № 6. – P. 285-289.
134. Meire, M. Principle and antimicrobial efficacy of laser-activated irrigation: A narrative review / M. Meire, R. J. G. De Moor // *Int Endod J.* – 2024. – Vol. 57. – № 7. – P. 841-860.
135. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after "one-visit" endodontic treatment / P. N. Nair, S. Henry, V. Cano, J. Vera // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* – 2005. – Vol. 99. – № 2. – P. 231-252.
136. Mohammadi, Z. Extra roots and root canals in premolar and molar teeth: review of an endodontic challenge / Z. Mohammadi, S. Shalavi, H. Jafarzadeh // *J Contemp Dent Pract.* – 2013. – Vol. 14. – № 5. – P. 980-986.
137. Mohammadi, Z. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology / Z. Mohammadi, P. M. Dummer // *Int Endod J.* – 2011. – Vol. 44. – № 8. – P. 697-730.
138. Mohammadi, Z. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics / Z. Mohammadi, P. V. Abbott // *Int Endod J.* — 2009. – Vol. 42. – № 4. – P. 288-302.
139. Montaser, O. K. Efficacy of different irrigant activation techniques for cleaning root canal anastomosis / O. K. Montaser, D. M. Fayyad, N. Abdelsalam // *BMC Oral Health.* – 2023 – Vol. 23. – № 1. – P. 142.
140. Mozo, S. Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions / S. Mozo, C. Llana, L. Forner // *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* – 2012. – Vol. 17. – № 3. – P. e512-516.
141. Mufadhal, A. A. The morphology of permanent maxillary first molars evaluated by cone-beam computed tomography among a Yemeni population. / A. A. Mufadhal, A. A. Madfa // *BMC Oral Health.* – 2023. – Vol. 23 – P. 46.
142. Nagpal, R. Adhesive bonding to pulp chamber dentin after different irrigation regimens / R. Nagpal, N. Manuja, I. K. Pandit // *J Investig Clin Dent.* – 2015. – Vol. 6. – № 4. – P. 287-293.

143. Nagpal, R. Effect of proanthocyanidin treatment on the bonding effectiveness of adhesive restorations in pulp chamber / R. Nagpal, N. Manuja, I. K. Pandit // *J Clin Pediatr Dent.* – 2013. – Vol. 38. – № 1. – P. 49-53.
144. Nemcovsky, C. E. Endodontic-Periodontal Lesions: Periodontal Aspects / C. E. Nemcovsky, J. L. Calvo Guirado, O. Moses // Cham: Springer International Publishing. – 2019. – P. 59–85.
145. Oh, S. Periodontal regenerative therapy in endo-periodontal lesions: a retrospective study over 5 years / S. Oh, S. H. Chung, J.-Y. Han // *Journal of Periodontal & Implant Science.* – 2019. – Vol. 49. – № 2. – P. 90-104.
146. One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study / J. Vera, J. F. Jr. Siqueira, D. Ricucci, S. Loghin, N. Fernández, B. Flores, A. G. Cruz // *J Endod.* – 2012. – Vol. 38. – № 8. – P. 1040-1052.
147. Passive ultrasonic irrigation in root canal: systematic review and meta-analysis / R. N. Moreira, E. B. Pinto, R. Galo, S. G. M. Falci, A. T. Mesquita // *Acta Odontol Scand.* – 2019. – Vol. 77. – № 1. – P. 55-60.
148. Penetration depth of irrigants into root dentine after sonic, ultrasonic and photoacoustic activation / K. M. Galler, V. Grubmüller, R. Schlichting, M. Widbiller, A. Eidt, C. Schuller, M. Wölflick, K.A. Hiller, W. Buchalla // *Int Endod J.* – 2019. – Vol. 52. – № 8. – P. 1210-1217.
149. Possible Complications of Endodontic Treatments / G. Miccoli, M. Seracchiani, A. Zanza, A.D. Giudice, L. Testarelli // *J Contemp Dent Pract.* – 2020. – Vol. 21. – № 5. – P. 473-474.
150. Prosthetic treatment of patients with periodontal diseases / A. S. Utyuzh, A. O. Zekiy, A. G. Krylova, A. L. Zolkin, M. V. Mikhailova, V. O. Samusenkov, D. A. Nikolenko, I. V. Nefedova, V. V. Borisov, S. N. Mironov, K. A. Ershov, Yu. I. Enina, A. V. Timoshin, S. D. Danshina, S. I. Kalinovskiy, K. A. Konnova, A. A. Sevbitov, R. R. Poghosyan, S. V. Konnov; – Moscow : Книгиздат, 2021. – 80 p.
151. Pujara, S. M. Comparative evaluation of the cyclic fatigue resistance of waveone gold in reciprocation, proglider in rotary motion, and manual files in a reciprocating

- handpiece within simulated curved canals: an in vitro study / S. M. Pujara, H. B. Shah, L. H. Jobanputra // *Cureus*. – 2024. – Vol. 16. – № 8. – P. e67704.
152. Regan, J. D. Irrigants in non-surgical endodontic treatment / J. D. Regan, A. A. Fleury // *J Ir Dent Assoc*. – 2006. – Vol. 52. – № 2. – P. 84-92.
153. Removal of Calcium Hydroxide from Artificial Grooves in Straight Root Canals: Sonic Activation Using EDDY Versus Passive Ultrasonic Irrigation and XPendo Finisher / D. Donnermeyer, H. Wyrsh, S. Burklein, E. Schafer // *Journal of Endodontics*. – 2019. – Vol. 45. – № 3. – P. 322-326.
154. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices / L. S. Gu, J. R. Kim, J. Ling, K. K. Choi, D. H. Pashley, F. R. Tay // *J Endod*. – 2009. – Vol. 35. – № 6. – P. 791-804.
155. Review on Root Anatomy and Canal Configuration of the Maxillary Second Molars / N. Ghasemi, S. Rahimi, S. Shahi, M. Samiei, M. Frough Reyhani, B. A. Ranjkesh // *Iran Endod J*. – 2017. – Vol. 12. – № 1. – P. 1-9.
156. Root and Root Canal Morphology of Human Third Molar Teeth / Z. Mohammadi, H. Jafarzadeh, S. Shalavi, S. Bandi, S. Patil // *J Contemp Dent Pract*. – 2015. – Vol. 16. – № 4. – P. 310-313.
157. Root canal cleaning after different irrigation techniques: an ex vivo analysis / F. Di Spirito, M. Pisano, M. Caggiano, P. Bhasin, R. Lo Giudice, D. Abdellatif // *Medicina (Kaunas)*. – 2022. – Vol. 58. – № 2. – P. 193.
158. Ryan, S. Chlorhexidine as a canal irrigant: a review / S. Ryan // *Compend Contin Educ Dent*. – 2010. – Vol. 31. – № 5. – P. 338-342.
159. Sakko, M. Microbiology of Root Canal Infections / M. Sakko, L. Tjäderhane, R. Rautemaa-Richardson // *Prim Dent J*. – 2016. – Vol. 5. – № 2. – P. 84-89.
160. Sen, B. H. Antifungal effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine in root canals / B. H. Sen, K. E. Safavi, L. S. Spångberg // *J Endod*. – 1999. – Vol. 25. – № 4. – P. 235-238.
161. Siddique, R. Effectiveness of rotary and reciprocating systems on microbial reduction: A systematic review / R. Siddique, M. S. Nivedhitha // *J Conserv Dent*. – 2019. – Vol. 22. – № 2. – P. 114-122.

162. Smear layer removal efficacy of different irrigation techniques in conservatively instrumented root canals / S. Mochizuki, S. Watanabe, J. Liu, T. Okiji // *J Dent Sci.* – 2024. – Vol. 19. – № 3. – P. 1546-1553.
163. Smear layer removal efficacy using endoactivator and endoultra activation systems: An Ex Vivo SEM Analysis / P. Karade, A. Johnson, J. Baeten, R. Chopade, U. Hoshing // *Compend Contin Educ Dent.* – 2018. – Vol. 39. – № 4. – P. 9-12.
164. Sonic irrigant activation for root canal disinfection: power modes matter! / F. Eggmann, Y. Vokac, S. Eick, K.W. Neuhaus // *BMC Oral Health.* – 2020. – Vol. 20. – № 1. – P. 102.
165. Srivastava, S. Root Canal Instrumentation: Current Trends and Future Perspectives / S. Srivastava // *Cureus.* – 2024. – Vol. 16. – № 4. – P. e58045.
166. The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment / S. S. Virdee, D. J. J. Farnell, M. A. Silva, J. Camilleri, P. R. Cooper, P. L. Tomson // *Int Endod J.* – 2020. – Vol. 53. – № 7. – P. 986-997.
167. Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review / P. E. Caputa, A. Retsas, L. Kuijk, L. E. Chávez de Paz, C. Boutsoukis // *Journal of Endodontics.* – 2019. – Vol. 45. – № 1. – P. 31-44.
168. Unusual Root Canal Irrigation Solutions / Z. Mohammadi, H. Jafarzadeh, S. Shalavi, J. I. Kinoshita // *J Contemp Dent Pract.* – 2017. – Vol. 18. – № 5. – P. 415-420.
169. Valavanis, D. K. Iatrogenis diatreseis kata te diarkeia tes endodontikes therapeias [Perforation during endodontic treatment] / D. K. Valavanis, G. N. Spyropoulos // *Hell Stomatol Chron.* – 1989. – Vol. 33. – № 1. – P. 57-65.
170. Wesselink, P. R. Reparatie en revisie 3. Perforaties bij de wortelkanaalbehandeling [Reparation and revision 3. Perforations during root canal treatment] / P. R. Wesselink, W. J. van Driel // *Ned Tijdschr Tandheelkd.* – 2001. – Vol. 108. – № 4. – P. 130-135.
171. Wu, M. K. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection / M. K. Wu, P. M. Dummer, P. R. Wesselink // *Int Endod J.* – 2006. – Vol. 39. – № 5. – P. 343-356.

172. Zehnder, M. Root canal irrigants / M. Zehnder // J Endod. – 2006. – Vol. 32. – № 5. – P. 389-398.