

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ВОЕННОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОЕННО-МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ С.М.КИРОВА

На правах рукописи

Полевая Александра Викторовна

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОКИНЕТИЧЕСКОГО ЛАЗЕРА В КОМПЛЕКСНОЙ
БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ ПРИ
ЭНДОДОНТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ОСЛОЖНЁННЫХ ФОРМ КАРИЕСА

3.1.7. Стоматология

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
доцент Борисова Э.Г.

Санкт-Петербург

2022 год

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1. Современный взгляд на распространённость осложнённых форм кариеса	12
1.2. Классификация осложнённых форм кариеса	17
1.3. Клиника гнойного пульпита и некроза пульпы	18
1.4. Микробный пейзаж при осложнённых формах кариеса зубов	20
1.5. Способы антибактериальной обработки корневых каналов	30
1.6. Применение лазерных технологий при эндодонтическом лечении	39
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	48
2.1. Характеристика групп пациентов с пульпитами, осложнённых распадом пульпы и методы их лечений	50
2.2. Клинические методы исследования	54
2.3. Лабораторные методы исследования	66
2.4. Ретроспективный анализ заболеваемости гнойным пульпитом (K04.02) и некрозом пульпы (K04.1).....	68
2.5. Оценка качества проводимого эндодонтического лечения	69
2.6. Математическая обработка материала исследования	71
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	73
3.1 Результаты клинических методов исследования	73
3.2. Медико-статистическое обоснование применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при лечении осложнённых форм кариеса по результатам ретроспективного анализа медицинской документации .	75
3.3. Результаты лабораторных методов исследования	87
3.4. Отдалённые результаты клинического применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при лечении гнойного пульпита в одно посещение	94
3.5. Оценка болевого синдрома до и после эндодонтического лечения пациентов с диагнозом гнойный пульпит и некроз пульпы.....	97

ГЛАВА 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ.....	102
4.1. Исследование эффективности применения гидрокинетического лазера для биомеханической обработки корневых каналов при эндодонтическом лечении осложненных форм кариеса	103
4.1.1. Исследование эффективности применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм в качестве усиления традиционного метода обработки корневых каналов зубов.....	104
4.1.2. Исследование эффективности применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм для дезинфекции корневых каналов зубов в качестве самостоятельного метода.....	111
4.2. Оценка уровня снижения болей при накусывании после проведённого эндодонтического лечения зубов.....	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	119
ВЫВОДЫ	126
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕМЫ	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	129
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	147

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В последние десятилетия наиболее активно и успешно развивается раздел терапевтической стоматологии, посвящённый эндодонтическому лечению, внедряется междисциплинарный подход комплексного стоматологического лечения пациентов. Предлагаются новые средства и методы лечения осложнённых форм кариеса, направленные на долговременное сохранение зубов как функциональной единицы зубочелюстной системы. По данным Стоматологической Ассоциации России от 02 августа 2018 года, в общей структуре оказания стоматологической помощи пациентам в лечебно-профилактических учреждениях болезни пульпы и периапикальных тканей составляют 28-30% от общего числа обращений (Вагнер В.Д., 2018; Шумилович Б.Р., 2017).

По данным ряда авторов (Беленова И.А., 2016; Постников М.А., 2017; Рабинович И.М., 2018; Шумилович Б.Р., 2021; P. Erben, A.M. Chang, R.P., 2019) эффективность лечения пульпитов в отдалённом периоде одноканальных зубов составляет 60%, двухканальных 61,54%, многокорневых 59,68%. Малая результативность терапии осложнённых форм кариеса может быть обусловлена целым рядом факторов:

- устойчивость микроорганизмов в корневом канале к медикаментозной терапии;
- медикаментозное воздействие на бактерии может быть снижено ввиду анатомических особенностей корневых каналов;
- лечебный эффект от медикаментозного лечения может быть снижен из-за недостаточной экспозиции препаратов в корневом канале;
- способность некоторых представителей патогенной и условно-патогенной флоры к изменению генетических свойств под влиянием изменений окружающей среды. Данный приспособительный механизм позволяет микроорганизмам выживать при неблагоприятных условиях [Роудз, Дж.С., 2009].

Отсутствие корректного лечения осложнённых форм кариеса приводит к развитию осложнений и неблагоприятных исходов: формируются хронические одонтогенные очаги, которые, в свою очередь, приводят к изменению реактивности организма, и становятся причиной экстракции зубов. В последние годы в научной литературе опубликовано значительное количество публикаций, имеющие как экспериментальный характер, так и отражающих результаты клинических исследований (Митронин А.В., 2016; Орехова Л.Ю., 2018; Рабинович И.М., 2018; Шумилович Б.Р., 2021; Yuanita, T., 2018 и др.). Согласно этим публикациям, высокоинтенсивное лазерное излучение эффективно при лечении не осложнённых форм кариеса зубов и его осложнений. Механизм действия лазерного излучения и ожидаемый результат зависят от ряда факторов, среди которых сам вид лазера, используемая длина волны, режим воздействия на стенки корневого канала. В терапевтическом лечении наиболее востребован диодный лазер, имеющий длину волны 792–1030 нм. К современным, позволяющим эффективно и с максимальным комфортом для пациента решать сложные лечебные задачи практически из любых областей стоматологии, относится эрбий-хромовый лазер, длина волны которого 2940 и 2780 нм. Например, Er Cr: YSGG (эрбий, хром: иттриево-скандиево-галлиевый гранат) с длиной волны 2780 нм. Данный лазер представляет собой запатентованную разработку американской компании Biolase.

Таким образом, клинические и лабораторные данные, полученные при исследовании эффективности и безопасности применения гидрокинетического эрбий-хромового лазера, подтверждают актуальность использования указанного лазера при лечении пульпита.

Степень разработанности темы исследования

Использование в практике врачей-стоматологов последних достижений науки и техники до настоящего времени полностью не решило проблему эндодонтического лечения. Данный вопрос остаётся актуальным. Лазерные технологии широко применяются в различных отраслях медицины. Это связано с наличием у лазерного излучения положительных свойств – антибактериального,

противовоспалительного, уменьшения отёка и напряжения тканей, уменьшения рецепторной чувствительности, также лазерное излучение стимулирует репаративные процессы в организме. Большая группа петербургских стоматологов занималась изучением применения лазерного излучения в различных отраслях стоматологии. Профессор Иванов А.С. (1988) показал эффективность гелий-неонового лазера в комплексном лечении артритов и артрозов ВНЧС, а также других патологических состояний в челюстно-лицевой хирургии [26]. Доктор медицинских наук Гук А.С. с соавторами (1995) клинико-экспериментально обосновал применение импульсных лазеров в стоматологии, а также изучал применение эрбиевого лазера при одонтопрепарировании [85]. Профессор Балин В.Н. (1995) занимался излучением гелий-неонового лазера в челюстно-лицевой и пластической хирургии и в стоматологии [85]. Доцент Федотов Д.Ю. (2010) экспериментально-клинически обосновал применения параметров YAG:Er лазерного излучения в одонтопрепарировании, описал применение диодного лазерного излучения на мягких тканях полости рта [77]. Орехова Л.Ю. (2018) изучала качество очистки системы корневых каналов, применяя различные лазерные системы и фотосенсибилизаторы [53].

При обработке корневых каналов зубов лазеры применяют с целью улучшения их очистки и дезинфекции. Лазеры ближнего инфракрасного диапазона используются для деконтаминации эндодонтической системы. Диодные и эрбиевые лазеры применяются для дезинфекции корневых каналов, но при их применении возможны термические повреждения периапикальных тканей. Эрбиевые лазеры убирают смазанный слой, но их антимикробное действие ограничено стенками корневого канала. Также эрбиевые лазеры применяют для активации ирригантов, таким образом увеличивая очистку и дезинфекцию корневых каналов и снижая риск теплового повреждения [129].

В доступной литературе недостаточно данных и исследований *in vitro* об антибактериальном и фунгицидном действии гидрокинетического лазера с длиной

волны 2780 нм при лечении осложнённых форм кариеса зубов, в частности при первичном эндодонтическом лечении, а также на уровень боли при накусывании на зуб после проведённого эндодонтического лечения.

Это послужило основанием для проведения бактериологического исследования с целью определения бактерицидного и фунгицидного эффекта Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм в сравнении с традиционными ирригантами при лечении гнойного пульпита и некроза пульпы.

Цель работы: повышение эффективности терапии осложнённых форм кариеса зубов путём использования для биомеханической обработки корневых каналов гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм.

Задачи исследования:

1. Провести ретроспективный анализ обращаемости пациентов в клинику стоматологии кафедры общей стоматологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова по поводу осложнённых форм кариеса зубов, оценив эффективность и качество эндодонтического лечения.

2. Провести сравнительный анализ эффективности общепринятых методов механической и медикаментозной обработки корневых каналов и гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при лечении гнойного пульпита и некроза пульпы.

3. Оценить антибактериальную и фунгицидную эффективность применения гидрокинетического лазера с предлагаемыми параметрами при лечении гнойного пульпита и некроза пульпы.

4. Оценить эффективность противоболевого действия гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм после эндодонтического лечения гнойного пульпита и некроза пульпы.

Новизна исследования:

• Изучена частота обращаемости в клинику стоматологии кафедры общей стоматологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова по поводу осложнённых форм кариеса, проведены оценка качества лечения и частота удаления зубов по поводу осложнённого кариеса.

• На основании результатов проведённых исследований *in vivo* дополнены данные влияния гидрокинетического эрбиевого лазера на микрофлору корневых каналов при лечении гнойного пульпита и некроза пульпы.

• Обоснована эффективность предложенных параметров работы гидрокинетического лазера, при которых элиминирующее действие на микроорганизмы более выражено в сравнении с другими видами антибактериальной обработки.

• Проведена сравнительная оценка снижения уровня боли после эндодонтического лечения в разных клинических группах.

Теоретическая и практическая значимость. В результате проведения ретроспективного анализа материалов медицинской документации в стоматологической практике, изучения рентгенограмм на этапах эндодонтического лечения возможно провести оценку эффективности ранее проведённого лечения кариеса зубов в осложнённой форме, а также выявить «врачебные ошибки» и неблагоприятные исходы лечения, что помогает предупредить их возникновение в краткосрочном и долгосрочном периоде.

Полученные результаты диссертационного исследования дали возможность обоснованного применения гидрокинетического лазера при биомеханической обработке корневых каналов в лечении некроза пульпы (K04.1) и гнойного пульпита (K04.02).

Разработана методика лечения гнойного пульпита (K04.02) и некроза пульпы (K04.1), заключающаяся в комплексном использовании медикаментозных и физических факторов. Комплексная обработка корневых каналов зубов растворами гипохлорита натрия 3%, хлоргексидина биглюконата 2%, ЭДТА 17% и насадками

RTF2, RTF3 для гидрокинетического лазера Waterlase iPlus, обеспечивают качественную биомеханическую обработку каналов при лечении пациентов в два посещения. Доказано бактерицидное и фунгицидное действие данного лазера в режиме работы: мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц, продолжительность импульса – 140 мкс, при лечении пациентов в одно посещение.

Методология и методы исследования. Диссертационное исследование произведено по правилам доказательной медицины и соответствии с ее принципами. Были использованы основные клинические и дополнительные методы исследования, такие как микробиологические, рентгенологические.

Диссертационное исследование рассмотрено на заседании этического комитета ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» МО РФ, протокол № 221 от 23 апреля 2019 года.

В ходе комплексного лечения пациентов с гнойным пульпитом (K04.02) и некрозом пульпы (K04.1) было выделено 3 клинические группы в зависимости от метода биомеханической обработки корневых каналов.

Обработка полученных результатов проведена при помощи современных статистических программ (MS Excel 2019, Statistica-12, LSD тест).

Основные положения, выносимые на защиту.

1. По данным микробиологического исследования установлено, что *Streptococcus viridans*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp.*, *Candida spp.*, *Corinebacterium* устойчивы к воздействию трехпроцентного раствора натрия гипохлорита, двухпроцентного раствора хлоргексидина биглюконата и гидроокиси кальция даже после тщательно выполненной механической и медикаментозной обработки корневых каналов.

2. Применение Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм с параметрами:

➤ мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц, воздух – 35%, вода – 25%, скорость примерно 1 мм/с достигается полная элиминация грибов рода *Candida* и микроорганизмов в корневых каналах зубов при лечении гнойного пульпита (K04.02) и некроза пульпы (K04.1) при одноэтапном лечении;

➤ мощность – 1,25 Вт, частота – 20 Гц, воздух – 10%, вода – off%, скорость примерно 1 мм/с при одноэтапном лечении полной элиминации грибов рода *Candida* достигнуть не удалось (в 1-м клиническом случае из 18 пациентов).

3. Наиболее выраженное снижение уровня боли наблюдается при сочетанном применении стандартного протокола эндодонтического лечения и гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм с заводскими параметрами.

Степень достоверности результатов исследования. Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным количеством экспериментальных и клинико-лабораторных наблюдений, использованием современных, адекватных методов исследования.

Апробация диссертационной работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: XX международном конгрессе «Здоровье и образование в XXI веке»: «Отечественная медицина как основа развития современного здравоохранения» 17-18 декабря 2018 г., г. Москва; Международной научной конференции «Современные вопросы науки и образования» 25-27 февраля 2019 г., г. Москва; Международная научная конференция «Process Management and Scientific Developments» 12 ноября 2019 г., г. Бирмингем (Великобритания); Всероссийской юбилейной научно-практической конференции «Актуальные вопросы челюстно-лицевой хирургии и стоматологии» 20-21 ноября 2019 г., г. Санкт-Петербург; XXI международном конгрессе «Здоровье и образование в XXI веке»: Актуальные вопросы модернизации в медицине и образовании «Проблемы и пути их решения» 18-19 декабря 2019 г., г. Москва; Всероссийской научно-практической конференции «Теоретические и практические вопросы клинической стоматологии» 7-8 октября 2021 г., г. Санкт-Петербург; на межкафедральном заседании сотрудников кафедры общей стоматологии, кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, кафедры физической и реабилитационной медицины, кафедры

офтальмологии и отоларингологии ФГБ ВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова МО РФ.

Внедрение результатов работы в практику. Результаты, полученные в ходе исследования, используются в учебном процессе и клиническом приёме терапевтического отделения на кафедре общей стоматологии и клиники стоматологии ФГБ ВОУ ВО №Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова» Министерства обороны РФ.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 статей, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК.

Личный вклад автора в выполнение исследования. Автор лично участвовал во всех этапах выполнения диссертационного исследования: сформулированы цели и задачи исследования, выводы, выносимые на защиту положения, практические рекомендации, анализ современной медицинской литературы по теме исследования, лично проведено клиническое обследование и динамическое наблюдение за пациентами: заполнена медицинская документация по каждому случаю лечения, выполнено эндодонтическое лечение зубов, выполнена статистическая обработка полученных данных, произведена интерпретация полученных результатов, подготовлены публикации по теме диссертационного исследования. Лабораторные исследования выполнены на базе Центральной клинико-диагностической лаборатории ВМедА им. С.М.Кирова.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 147 страницах машинного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, материалов собственных исследований, обсуждения результатов исследования, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы, включающего 156 источников, из них 86 отечественных и 70 зарубежных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современный взгляд на распространённость осложнённых форм кариеса

Одними из самых распространённых заболеваний в мире считаются заболевания полости рта. Согласно Информационному бюллетеню Всемирной организации здравоохранения за сентябрь 2019 года, половина взрослого населения мира (3,58 миллиарда человек) имеют те или иные проблемы со здоровьем полости рта. Кариес зубов и его осложнения является основной причиной, приводящей к их потере. По данным Всемирной организации здравоохранения, 60-90% детей школьного возраста и около 100% взрослых имеют кариес зубов. В 15-20% случаев у людей среднего возраста осложнения кариеса зубов становятся причиной удаления зубов, у 30% лиц пожилого возраста наблюдается полное отсутствие зубов [25].

В последние годы достигнуты большие успехи в изучении этиологии и патогенеза кариеса зубов, проводятся плановая санация полости рта и просветительская работа в области профилактики стоматологических заболеваний, но тенденции к снижению числа осложнённых форм этого заболевания нет. Поэтому существует необходимость совершенствования методов их лечения [6, 12, 52].

В современной литературе успешный отдалённый результат лечения каналов корней зубов связывают с внутрикорневыми и внекорневыми факторами. Внутрикорневыми факторами являются: анатомически сложное строение корневых каналов, наличие различных бактериальных агентов, устойчивость микроорганизмов, находящихся в корневых каналах, к классическим методам антибактериальной терапии, способность некоторых микроорганизмов к образованию биоплёнки. Среди внекорневых факторов, влияющих на отдалённый

результат лечения, можно выделить «истинные» кисты, эндо-пародонтальные поражения, наличие инородного тела (зачастую – пломбировочного материала) и реакцию периапикальных тканей на него, экстрарадикулярную инфекцию, наличие резорбции корня зуба, и ятрогенные факторы, в том числе — раздражающее и токсическое действие медикаментов [56, 126].

Для устранения внутрикорневых факторов применяют механическую обработку корневых каналов при помощи ручных и механических эндодонтических файлов, ирригацию 3%, 5% растворами гипохлорита натрия, 2% раствор хлоргексидина биглюконата, раствор 17% ЭДТА, воздействие ультразвуком, препараты на основе гидроксида кальция [9, 29, 69, 125]. Даже при тщательной механической обработке и медикаментозном воздействии на корневые каналы, зачастую не удаётся добиться полной очистки, особенно в средней и апикальной третях [14, 58]. В результате, успех лечения пульпитов во многом зависит от эффективности воздействия на возбудитель, тщательности обработки ручными и машинными инструментами и антисептической обработки кариозной полости и системы корневых каналов зубов.

В 2017 году Renata Costa Val Rodrigues и соавторы *in vivo* изучали влияние размера апикального препарирования и ирригационного раствора на снижение бактериальной обсеменённости в ранее эндодонтически леченых зубах с периодонтитом [140]. Исследование проводилось на 43 депульпированных зубах с апикальным периодонтитом. Выбор был рандомизированным на 2 группы. В одном случае каналы корней зубов обрабатывались 2,5% раствором гипохлорита натрия, в другом – стерильным физиологическим раствором. Методика обработки подразумевала последовательную обработку от 20 до 35 в многоканальных зубах, от 25 до 50 для одноканальных зубов, использовалась система Twisted File Adaptive (SybronEndo, Orange, CA). Образцы для бактериологического исследования брали до подготовки, после использования первого инструмента (25.04 или 25.08), а затем после третьего инструмента системы TFA (35.04 или 50.04). В группе, где применялся физиологический раствор, 1% раствор

гипохлорита натрия использовали для последнего (финишного) промывания корневых каналов. Результаты исследования были следующие: при препарировании до 20 – 25 размера (узкое препарирование корневого канала) не было найдено статистически значимой разницы в снижении количества микроорганизмов в корневых каналах между группами; при препарировании до 35 размера в узких каналах и до 50 размера в широких каналах ирригация 2,5% раствором гипохлорита натрия была значительно эффективнее, чем физиологическим раствором до 35 – 50 размера, что является важным для клинической практики.

Растворы, применяемые для этих целей, должны иметь следующие свойства: бактерицидное, противовоспалительное и антигипоксическое свойствами, гипоаллергенное, не раздражать ткани пародонта [45, 67].

По данным Цаболовой И.Т. (2011), распространённость кариеса и его осложнений среди взрослого населения России колеблется от 90 до 100%, не менее 45—50% составляют заболевания тканей пульпы и периодонта, причиной удаления зубов более чем в половине случаев является некачественное эндодонтическое лечение [81]. В общей системе оказания стоматологической помощи пациентам, по данным Боровского Е.В. (2011), осложнённые формы кариеса у пациентов всех возрастных групп составляют 28-30% от общего числа обращений [75]. Достигнутые определённые успехи в лечении различных форм пульпита за последние годы не уменьшают необходимости коррекции имеющихся протоколов лечения и разработка новых для улучшения результатов лечения осложнённых форм кариеса, так как они непосредственно оказывают влияние на здоровье и качество жизни пациентов [64, 60].

Лечение осложнённого кариеса зубов является серьёзной медико-социальной проблемой. Боровский Е.В. в 2011 году привёл данные, что удовлетворительный результат эндодонтического лечения отмечается только в 2-16% случаев [75]. Шаргородский А.Г. в своем исследовании описал опасность некачественного эндодонтического лечения, которая состоит в образовании

острых деструктивно воспалительных заболеваний полости рта и челюстно-лицевой области, которая может привести к интоксикации организма пациента токсинами микроорганизмов [83].

Ткани зуба, пародонт и периодонт, и организм в целом имеют взаимосвязь, поэтому физиологические и патологические состояния тканей пульпы необходимо оценивать с точки зрения функционального и морфологического единства, заключающегося в общем обмене веществ и выполняемыми функциям. Функция зуба определяет его строение и форму, но для всех зубов есть общие элементы. Общими анатомическими структурами являются коронка, шейка и корень зуба. Гистологическими — эмаль, дентин и цемент зуба. В коронковой и корневой частях зуба располагается пульпарное пространство, на котором сосредоточено все внимание при санации системы корневых каналов. Единым морфофункциональным комплексом тканей является эндодонт, включающий в себя пульпу и прилегающий к ней дентин, в него входят пульпо-дентинная и пульпо-периодонтальная части, вовлекающиеся в патологический процесс при патологиях тканей пульпы [12].

При воздействии микроорганизмов и других повреждающих факторов на ткани пульпы возникают патологические изменения, правильная оценка и анализ общих и местных условий являются гарантом правильной диагностики и выбора корректного протокола лечения у каждого конкретного пациента. Для этого необходимо учитывать взаимосвязь твёрдых тканей зуба, эндодонта и окружающих тканей с физиологическими и патологическими процессами, протекающими в тканях пульпы [71].

При эндодонтическом лечении пульпитов необходимо понимание патогенетических и клинических аспектов заболеваний пульпы, фундаментальные знания морфологической, анатомической и топографической структуры зуба, его физиологических взаимоотношений с окружающими тканями и с организмом в целом. В настоящее время актуальной является точка зрения доказательной стоматологии, согласно которой биопленка представляет собой бактериальный

налёт на зубах, представляющий собой объединение некариесогенных и кариесогенных штаммов микроорганизмов, имеющих способность к формированию ассоциаций. Патогенная роль биопленки научно обоснована, а доказанная патологическая роль биопленки составляет основу для установления патогенеза развития заболеваний полости рта, включая кариес и его осложнения. В то же время низкий уровень знаний пациента о правилах гигиены полости рта, поздняя диагностика заболеваний пародонта и ранних форм кариеса зубов способствуют развитию необратимых форм пульпита [154].

Механизм развития воспаления в тканях пульпы подобен любому другому воспалению ткани. На сегодняшний день выделяют следующие стадии пульпита [135]:

- гиперемия пульпы (начальный пульпит);
- ограниченный и диффузный гнойный пульпит;
- ограниченный и диффузный серозный пульпит.

Клинически разграничить острую и хроническую стадии воспаления достаточно сложно, так как они часто протекают одновременно.

При отсутствии лечения воспалительный процесс пульпы распространяется в направлении к верхушке корня, что ведёт за собой некроз пульпы [135].

Воспаление тканей пульпы развивается в результате ответной реакции на проникновение из инфицированных глубоких пародонтальных карманов или из кариозной полости в пульпу зуба через дентинные каналы микроорганизмов, и на выделяемые ими токсины. Причиной развития воспаления тканей пульпы в интактных зубах является ретроградное проникновение микроорганизмов в периодонтальную щель здорового зуба из ближайших инфекционных очагов.

1.2. Классификация осложнённых форм кариеса

Существует большое количество систематизаций заболеваний тканей пульпы. Их множественность и сложность их систематизации объясняется разнообразием патологий тканей пульпы, клинических проявлений, а также различием принципов их формирования (по этиологическому фактору, патоморфологическим признакам, клиническим проявлениям, диагностическим критериям). Наиболее часто применяются клинико-анатомические классификации Е.М. Гофунга (1927), Е.Е. Платонова (1968), ВОЗ (1997). В России в настоящее время общепринятой считается классификация, разработанная Московским медицинским стоматологическим институтом в 1989 году (представлена в таблице 1):

Таблица 1 – Классификация пульпитов Московского медицинского стоматологического института

I. Острый пульпит:	- очаговый; - диффузный;
II. Хронический пульпит:	- фиброзный; - гипертрофический (пролиферативный); - гангренозный.
III. Хронический пульпит в стадии обострения:	- обострение хронического фиброзного пульпита; - обострение хронического гангренозного пульпита.
IV. Состояние после частичного или полного удаления пульпы.	

Стоматологическая ассоциация России опирается на классификацию пульпита ВОЗ 10-го пересмотра на основе МКБ-Х (1997). Классификация приведена в таблице 2:

Таблица 2 – Классификация болезней пульпы по Международной классификации болезней – 10

Код МКБ - 10	Нозология
K04.0	Пульпит
K04.00	Начальный (гиперемия)
K04.01	Острый
K04.02	Гнойный (пульпарный абсцесс)
K04.03	Хронический
K04.04	Хронический язвенный
K04.05	Хронический гипертрофический (пульпарный полип)
K04.08	Другой уточнённый пульпит
K04.09	Пульпит неуточнённый
K04.1	Некроз пульпы (гангрена пульпы)
K04.2	Дегенерация пульпы (дентикли, пульпарные кальцификации, пульпарные камни)
K04.3	Неправильное формирование твёрдых тканей в пульпе
K04.3X	Вторичный или иррегулярный дентин».

1.3. Клиника гнойного пульпита и некроза пульпы

Течение воспалительных процессов в тканях пульпы происходит по аналогии с воспалительными процессами в других соединительных тканях организма. Однако воспалительный процесс в тканях пульпы имеет и свои особенности, связанные со строением и топографией. Так, в пульпе практически отсутствует коллатеральное кровообращение, а сама пульпа расположена внутри костной структуры (зуба). При экссудативном процессе возникает повышение внутрипульпарного давления, что, ухудшает кровообращение, за чем следует развитие гипоксии тканей и формирование локального некроза [36, 75].

Дальнейшему распространению воспалительного процесса способствуют продукты распада тканей пульпы, в результате происходит усиления проницаемости ткани. И процесс становится необратимым при созревании микроабсцесса и нагноении. Таким образом происходит некроз пульпы [148].

При гнойном пульпите (K04.02) характерна острая самопроизвольная приступообразная боль с короткими безболезненными промежутками до 30-40 минут. Они вызваны тем, что ткани пульпы закрыты от кариозной полости перегородкой, что приводит к скоплению серозного экссудата внутри зуба, которое способствует повышению внутрипульпарного давления. Боль пульсирующая, рвущая, стучащая, иррадирует по ходу ветвей тройничного нерва. Болевые ощущения усиливаются от горячих блюд и напитков, а холод на время успокаивает их. Возможны слабость, головная боль, нарушение сна и аппетита, снижение работоспособности, у части пациентов может быть лихорадка [8].

Из анамнеза заболевания: пациент указывает, что острые болевые ощущения появились несколько дней назад, в первое время приступы болей были короткими, а светлые промежутки длительными, но болевые ощущения постепенно нарастали.

При стоматологическом осмотре может отмечаться отёчность переходной складки вокруг больного зуба, кариозная полость глубокая, заполнена размягчённым дентином, при зондировании определяется разлитая болезненность по всему дну полости, иногда зонд проникает в полость зуба, что приводит к эвакуации гнойного экссудата, и пациент сразу отмечает чувство облегчения. При проведении электродиагностики порог возбудимости пульпы составляет 50-60 мкА. На рентгенологическом снимке определяется смазанность структуры кости в области корня зуба.

Некроз пульпы (K04.1) является необратимой формой пульпита, когда происходит отмирание части сосудисто-нервного пучка в коронковой или корневой пульпе зуба. Вследствие образования некротизированных участков пульпы и нарушения кровоснабжения угнетаются иммунные факторы пульпы.

Основные жалобы пациентов связаны с чувством неловкости в зубе, неприятным запахом из полости зуба, а также жалобами на боли от горячего.

При сборе анамнеза заболевания пациент отмечает, что в прошлом его беспокоили самопроизвольные боли и боли от раздражителей. Пару месяцев назад они стихли, но появилось постоянное чувство неловкости в зубе, и зуб изменился в цвете.

В ходе стоматологического осмотра визуализируется глубокая кариозная полость, заполненная размягчённым дентином тёмного цвета, зуб имеет тусклый серый цвет. Полость зуба вскрыта на большом протяжении, заполнена распадом с неприятным гангренозным запахом. Зондирование входа в полость зуба безболезненное, болевая реакция при зондировании наблюдается в устье корневого канала или его верхней трети и сопровождается кровотечением. При проведении термопробы, выраженная болевая реакция будет на горячее, на холод реакция не выражена. Также всегда выражена перкуссия причинного зуба. Порог электровозбудимости составляет 60-80 мкА. При рентгенологическом исследовании у верхушки корня обнаруживается очаг резорбции костной ткани.

1.4. Микробный пейзаж при осложнённых формах кариеса зубов

Изучение микробного состава при осложнённых формах кариеса является клинически значимым, так как при возникновении инфекционного очага с участием тканей периодонта, возникает вероятность развития одонтогенных заболеваний в разинных тканях челюстно-лицевой области и быстрого формирования осложнений. Наиболее часто при посеве отделяемого из гнойного очага обнаруживается микрофлора, аналогичная имеющейся в самой кариозной полости и в корневых каналах причинного зуба [75].

Этиологическими факторами, которые способствуют возникновению воспалительных заболеваний пульпы, являются микроорганизмы в полости рта в

виде монокультур и ассоциаций. Стрептококки, стафилококки, грамположительные и грамотрицательные палочки, грибы, бактериоиды играют важную роль в развитии и поддержании воспаления [156].

Исследованиями последних лет определён количественный и качественный состав микрофлоры при воспалении пульпы зуба, а именно: *Streptococcus* 48,3% (*sanguis*, *mutans*, *intermedius*, *mitis*), *Staphylococcus* 9,7% (*haemolyticus*, *epidermalis*), *Enterococcus* spp. 45,1%, *Candida* spp. 5,9%, *Fusobacterium* spp. 9,7%, *Peptostreptococcus* spp. 7,5%. Литературных данных о наличии грибков *Candida* в тканях поражённого зуба немного, но предполагается, что проникновение грибов происходит из полости рта. Также в исследованиях этих авторов (Беленовой И.А. Ваниной Е.П., Крамырь В.О.), отмечается изменение видового состава микрофлоры корневых каналов при нарастании воспалительных процессов в тканях пульпы, уменьшается количество пептострептококков и увеличивается содержание фузобактерий и бактериоидов. Объединение микроорганизмов в микробные ассоциации приводит к увеличению их вирулентности, проявляемой в большей степени у анаэробов и дрожжеподобных грибов [6, 14,61].

В состав микробиоты ротовой полости входят резидентные или облигатные микроорганизмы, населяющие полость рта постоянно, а также непостоянные или факультативные виды, встречающиеся редко. При этом факультативная микрофлора, благодаря неспецифическим защитным механизмам полости рта находится в полости рта непродолжительное время. Определенное влияние на элиминацию факультативной микрофлоры оказывает антагонизм с другими видами бактерий.

Микрофлора полости рта обычно делится на три вида (представлены на рисунке 1):

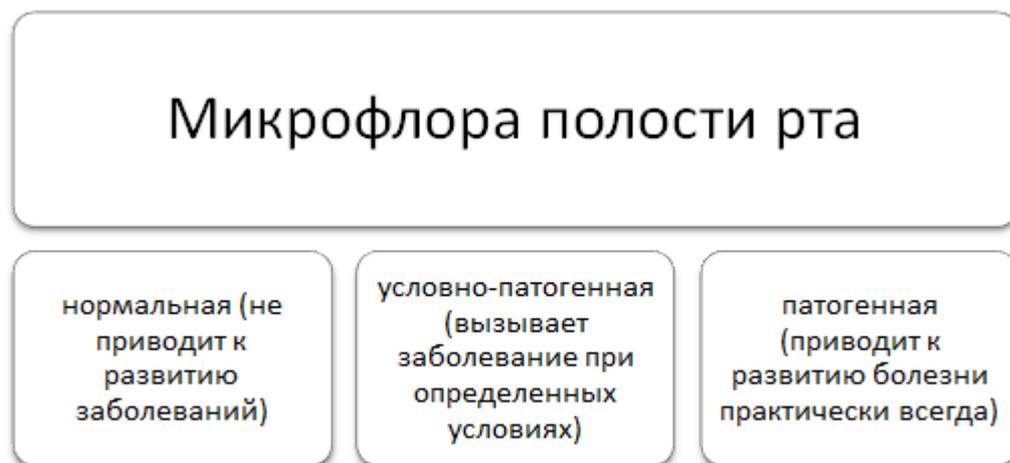


Рисунок 1 – Виды микрофлоры полости рта

По данным Ричарда Дж. Ламонта и соавторов (2010), бактериальный состав в инфицированных корневых каналах зубов зависит от пути распространения инфекции. Распространение инфекции через кариозную полость является наиболее вероятным, исследования показывают, что такие кариесогенные бактерии, как стрептококки и лактобактерии, обнаруживаются в дентинных трубочках при глубоких кариозных поражениях [41]. При механическом повреждении пульпы преобладают негемолитические стрептококки. В случаях, когда стоматологи пренебрегают в работе мерами асептики, например использованием коффердама, вскрытая коронковая часть пульпы быстро инфицируется бактериями слюны. Согласно другой теории, первичная инвазия дентинных трубочек молочнокислыми бактериями провоцирует вымывание минералов из дентина с высвобождением органического матрикса. Он состоит из коллагеноподобного вещества, поэтому «атакуется» анаэробными микроорганизмами, чей метаболизм основан на протеолитических реакциях. Изменение первичной микрофлоры корневых каналов зубов может быть также в результате других путей инфицирования или внешних факторов. Немаловажной причиной инфицирования пульпы считается механический занос инфекции при обработке кариозной полости, при её подготовке к реставрации. Воспаление, возникающее в тканях пульпы связано с воздействием контаминированной среды на соединительную ткань пульпы, что в последующем может привести к её

некрозу. При заболеваниях пародонта бактерии зубной бляшки способны проникать через латеральные каналы зубов, апикальное отверстие, размножаясь вызывать воспаление и некроз пульпы.

Согласно исследованиям Ричарда Дж. Ламонта и соавторов (2010), наиболее часто высеваемыми микроорганизмами из инфицированных корневых каналов зубов являются *Bacteroides* (70%), *Prevotella* (60%), *Lactobacillus* (51%), Стрептококки полости рта (41%), *Clostridium* (36%), *Fusobacterium* (33%), Эубактерии (20%), *Actinomyces* (16%), *Candida* (10%), *Staphylococcus* (7%), *Enterococcus* (3%) [41]. Приведённые данные отражают микробный состав экологических «ниш» полости рта.

Мозговая Л.А. и соавторы (2017) в своих исследованиях показали доминирующее влияние *Streptococcus* при кариесе зубов. Однако по мере прогрессирования патологических процессов в тканях зуба их количество уменьшается на 78%. Кроме того, отмечено изменение и видового состава микроорганизмов по мере прогрессирования заболевания: численность *Str. Sanguis* (38,2%) и *Str. Salivarius* (45,4%) снижается, доминирующие позиции занимает *Str. Mitis* (76,4%) и *Str. Mutans* (18,2%). Аналогичная динамика отмечается относительно *Lactobacillus sp.* (63,6%) и *Bifidum bacterium sp.* (67,3%) по мере прогресса кариозного процесса [47]. В свою очередь, колонизация облигатной микрофлоры *Neisseria* (16,4%) и грибов рода *Candida* (21,8%) имеет тенденцию к увеличению. При кариозном процессе наблюдается не только изменение качественно-количественных характеристик микрофлоры полости рта, но и появляется транзитная флора – *Citrobacter* (1,8%), *Klebsiella* (3,6%), *Enterobacter* (5,4%), *Enterobacteriaceae*, *E. Coli* (7,3%), *Peptostreptococcus* (21,8%).

Крамарь В.О. (2014) пишет, что развитие заболеваний пульпы связано с уменьшением количества бактерий, входящих в состав нормофлоры: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Str. salivarius*, *Str. sanguis*, *Str. mitis* [61].

Для диагностики и лечения соответствующих заболеваний пульпы зуба имеет значение изменение количественного и качественного состава микрофлоры

патологического очага. Зорина О.А. и соавторы (2017) объясняли различия в частоте выявления различных микроорганизмов штаммоспецифичностью макроорганизма, особенностями формирования различных групп, и разной чувствительностью тест-систем, применяемых для верификации [50].

В своих научных исследованиях Колчанова Н.Е. (2017) описывает микробный состав при различных формах пульпита следующим: *Str. tigurinus* (91,7%), *Str. vestibularis* (45,8%), *Str. bovis* (37,5%), *Str. milleri* (33,3%) *Str. sanguis* (29%), *Str. intermedius* (16,7%), *Str. mutans* (9,7%), *Str. mitis* (3,2%). Острые формы характеризуются большим наличием негемолитических стрептококков группы D, стафилококков, лактобактерий, хронические формы представлены микробными ассоциациями из двух и более культур стрептококков, стафилококков, кишечной палочки, актиномицет, грибковой флоры и др.) [31].

Исследования Кукушкиной В.Л. и соавторов (2017) выделяли из системы корневых каналов следующие микроорганизмы (таблица 3):

Таблица 3 – Микроорганизмы, выделенные из корневых каналов (Кукушкина В.Л., 2017)

Микроорганизмы	Частота встречаемости
<i>Staphylococcus</i>	62,5%
анаэробы	58,3%
<i>Streptococcus</i>	50%
<i>Lactobacillus</i>	41,7%
<i>Neisseria</i>	16,7%
<i>Enterobacterium</i>	8,3%
<i>Enterococcus</i>	8,3%
грибы рода <i>Candida</i>	4,2% – 24,5%

Среди анаэробов встречались кокки рода *Peptococcus* (42,8%), *Peptostreptococcus* (21,4%), семейство *Bacteroides* (21,4%), бактерии рода *Fusobacterium* и *Prevotella* в равном количестве (7,1%) [42].

Гемолитические и негемолитические стрептококки, грамположительные палочки, фузоспирохеты и грибы обнаруживаются при бактериологическом исследовании, они являются одним из этиологических факторов развития пульпита и периодонтита.

Воспаление в тканях пульпы имеет общие закономерности течения воспалительного процесса в других соединительных тканях организма, но имеется ряд особенностей:

- расширение пульпы ограничено окружающим её дентином;
- восстановление пульпы после локализации воспаления ограничено ввиду почти полного отсутствия коллатерального кровотока;
- пульпа способна вырабатывать заместительный дентин для защиты от повреждения.

Нарушение состава нормофлоры полости рта выражается в уменьшении резидентной микрофлоры и увеличение числа условно-патогенной и патогенной микрофлоры. Клиническое значение имеют условно-патогенные дрожжеподобные грибы рода *Candida*. Изменению состава микрофлоры полости рта благоприятствует нерациональный приём антибиотиков, антисептиков, кортикостероидных препаратов, цитостатиков, оральных контрацептивов, недоедание, дефицит железа, дефицит витамина В12, сахарный диабет, лейкоз, агранулоцитоз, ксеростомия, употребление большого количества углеводов, что может привести к подавлению иммунной системы человека и усиливает вирулентность дрожжеподобных грибов, грибы получают возможность к ускоренному росту, адгезии и колонизации [31, 66, 111, 125].

К нормальной микрофлоре полости рта, хотя не многочисленной, относятся дрожжеподобные грибы, болезнетворные свойства которых в состоянии здоровья не проявляются. Болезнетворность возникает при снижении иммунитета и/или нарушении биологического равновесия между симбионтами. *Candida albicans* относится к условно-патогенной микрофлоре полости рта и обнаруживается в небольшом количестве на слизистой полости рта, в кариозных полостях и

корневых каналах зубов. Дрожжеподобные грибы *Candida albicans* – это овальные клетки размером 3–5 мкм, оптимальна среда для их существования «кислая» с рН= 5,8–6,5, вырабатывают большое количество ферментов, расщепляющих липиды, углеводы и белки. Спровоцировать переход грибов рода *Candida* в патогенное состояние могут зубной налёт и зубные отложения, пломбы с острыми, нависающими краями, ортопедические и ортодонтические конструкции.

Длительное время представители рода *Candida* относились к сапрофитным комменсалам, встречающимся чаще всего на коже людей и мукоидных мембранах. Впрочем, некоторые виды грибов рода *Candida*, в частности *C. albicans*, способны вызывать патологические процессы, такие как кандидозы и монилиазис. Представители рода могут быть представителями нормальной микрофлоры, в этом случае говорят о «носителе»; при этом число выросших колоний не будет превышать 10–10 КОЕ/мл. Когда число колоний становится больше этой величины, и при этом не наблюдаются признаки воспаления, то говорят о «повышенной колонизации». В случае появления признаков раздражения слизистой оболочки, связанной с проникновением возбудителя в ткань, употребляют термин «инфекция», то есть кандидоз [48].

Многие авторы продемонстрировали синергидное влияние дрожжеподобных грибов на течение смешанной инфекции. Под влиянием грибов симптомы основного заболевания были более выражены, а течения болезни было более тяжелым и продолжительным. С грибами рода *Candida* связывают формами периодонтита с длительно сохраняющимися апикальными очагами [2, 9,32, 131].

Дрожжеподобные грибы обнаруживаются в каналах зубов с неблагоприятным результатом эндодонтического лечения. Исследования показывают устойчивость *Candida albicans* к антисептическим препаратам, применяемых в эндодонтии. Siren E., 2004, показали, что *E. faecalis* и *C. albicans* часто встречаются:

- а) в незаполненных лечебными пастами каналах зубов между визитами;
- б) лечение проводится в большое количество посещений (от 2-х и более);

в) при повторном эндодонтическом лечении [113].

Сложность микроанатомии системы корневых каналов зуба способствует росту, размножению и взаимодействию микроорганизмов, присутствующих в дентинных канальцах и анастомозах. Микроорганизмы со стороны пульпы зуба способны проникать в глубину тканей корневого дентина до 300 микрон [87]. Живая или некротизированная пульпа, протеины слюны и компоненты тканевой жидкости периодонта представляют собой питательную среду для микроорганизмов. Другие микроорганизмы, находящиеся в полости рта, выделяя токсины, пагубно воздействуют на ткани периодонта, повреждая их, чем обеспечивают питание ряда возбудителей. После лечения, при неполной элиминации таких микроорганизмов как *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans*, воспалительные процессы могут поддерживаться в периодонте длительное время и определять неудачный исход лечения осложнённых форм кариеса зубов [95]. Основная задача лечения осложнённых форм кариеса – восстановление корневого канала. При этом отдельное внимание необходимо уделить созданию среды, максимально свободной от болезнетворных бактерий не только для достижения результата лечения, но и для предотвращения повторного инфицирования. Качественный и количественный состав микрофлоры корневых каналов безусловно оказывает значительное влияние на результат лечения. Полное уничтожение микроорганизмов в системе корневых каналов зуба – залог эффективного лечения.

Лечение заболеваний пульпы принято проводить в несколько этапов. Первым этапом является механическая обработка корневого канала, направленная на расширение и удаление инфицированных тканей корневого дентина, придание конусности для последующего пломбирования [112]. Механическую обработку осуществляют ручными и машинными эндодонтическими инструментами, которые отличаются режущей способностью, конусностью и гибкостью, а также обеспечивают при различных клинических ситуациях максимально возможную обработку корневых каналов.

Следующим этапом лечения является применение эндодонтических антисептических растворов для подавления роста и элиминации микроорганизмов в системе корневых каналов. Для повышения антибактериальных свойств растворов применяют физиотерапевтические методы, такие как ультразвук и лазер с разной длиной волны. Но полной стерилизации каналов не наблюдается [33, 76].

Обтурация системы корневых каналов зубов — это завершающий этап в эндодонтическом лечении. Её задача — трёхмерная обтурация системы корневых каналов зубов для предотвращения контаминации, а также повторного заражения системы корневых каналов гематогенным путём или корональным путём. Сегодня стоматологи используют такие способы постоянной обтурации корневых каналов как латеральная конденсация, вертикальная конденсация, пломбирование гуттаперчей на носителе [138].

Подводя итог, можно заключить, что лечение заболеваний пульпы направлено на предупреждение развития воспалительного процесса в периодонте, малоинвазивное препарирование твёрдых тканей зуба и корневых каналов (с сохранением их анатомии и кривизны), с последующей качественной обтурацией системы корневых каналов, а также восстановлении анатомической формы зуба после лечения. Это является профилактикой развития ближайших и отдалённых осложнений, а также повышение качества жизни пациентов [57].

По данным Стоматологической ассоциации России (СтАР) «лечение пульпита представляет собой последовательность, отражённую на рисунке 2:



Рисунок 2 – Последовательность терапии пульпита по рекомендациям
Стоматологической ассоциации России

Механическая обработка корневых каналов позволяет снизить количество микроорганизмов в 100-1000 раз. Однако полного уничтожения удаётся достичь только лишь в 20-43% случаев. По данным Cwikla S. et al. (2005), использование 3% раствора гипохлорита натрия при обработке корневых каналов позволяет повысить это число до 40–60%, очистка, формирование и ирригация корневых каналов зубов не приводят к полной стерилизации во всех случаях [99]. Предполагается, что контролировать количество микроорганизмов в корневых каналах возможно проводя эндодонтическое лечение в два посещения, применяя

пасты из гидроокиси кальция. Ряд авторов рекомендуют обработать инфицированные каналы за одно посещение, тем самым предотвращая рост оставшейся микрофлоры. Согласно данной позиции, полная обработка корневых каналов, дезинфекция и трёхмерное пломбирование лишает микроорганизмы питательных веществ и жизненного пространства [99, 104, 105].

Важно отметить возникновение так называемого «смазанного слоя дентина» в результате механической обработки корневых каналов, независимо от способа обработки (ручными и машинными инструментами). В своём составе смазанный слой дентина содержит органические и неорганические компоненты (дентинные опилки, остатки пульпы, одонтобласты). Толщина смазанного слоя может составлять от 1 до 6 мкм, а глубина проникновения в дентинные каналы достигает 50 мкм. Смазанный слой приводит к блокированию дентинных канальцев дентинными пробками, создавая при этом благоприятную среду и питательный субстрат для размножения микроорганизмов. Сам по себе смазанный слой способен нарушать адгезию пломбировочных материалов [41].

По мере развития эндодонтии, инструментария и ирригационных растворов, расширения знаний об анатомии корневых каналов и микрофлоры полости рта, у клиницистов появляются вопросы о возможности добиться «стерильности» корневых каналов. Микробиологи в этой связи предполагают, что стерильность – понятие безусловное, объект может быть стерильным и нестерильным. Отрицательный результат посева – это не стерильность, а отсутствие роста бактерий. Поэтому при эндодонтическом лечении важным является качественная механическая обработка корневых каналов и ирригация антисептическими растворами, нежели попытка «стерилизовать» корневые каналы [41].

1.5. Способы антибактериальной обработки корневых каналов

По мнению Боровского Е.В. (2011), Иорданишвили А.К и соавторов (2016) первичное эндодонтическое лечение безуспешно в 71% и 60% случаев соответственно [28,75]. Наиболее частыми причинами неудач при первичном лечении является сложная анатомия корневых каналов: наличие изгибов разной степени искривлённости, анастомозов, апикальных дельт, расширений и сужений в различных частях корневого канала [23, 103, 131]. Все перечисленные особенности создают условия для недостаточной обработки, что, в свою очередь, инициирует рост, размножение микроорганизмов. Следует отметить, что болезнетворные микроорганизмы способны проникать в стенки корневого канала со стороны пульпы на глубину до 300 микрон [30]. Отдалённый результат лечения пульпитов и некроза пульпы зависит не только от качества пломбирования, но и от эндодонтической обработки системы корневых каналов.

Стерилизация системы корневых каналов зубов и удаление смазанного слоя, который образуется в процессе механической обработки каналов, является основной целью эндодонтического лечения [19, 45, 74, 79, 114, 121]. Смазанный слой содержит органические и неорганические компоненты, микроорганизмы и продукты некротического разложения, «запечатывая» дентинные каналы, затрудняет дезинфекцию системы корневого канала [133]. Некоторые авторы предлагают применять препараты на основе ферментов для лучшей очистки системы корневых каналов [14].

Качественная инструментальная обработка каналов корней зубов является условием успешного эндодонтического лечения [12, 84]. В настоящее время врачи-стоматологи применяют в своей практике различные растворы для антисептической обработки корневых каналов: гипохлорита натрия (концентрация 0,5 – 5,5%), хлоргексидина (0,05 – 2%). Основные задачи ирригации антисептических растворов - деконтаминация микроорганизмов, удаление органических остатков из корневого канала, разрушение смазанного слоя [65].

Элиминация микробных агентов из системы корневых каналов зубов затруднена в виду сложности её анатомического строения, это приводит к периапикальным повреждениям – результату воздействия микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности внутри каналов [112].

Все ирригационные растворы успешно справляются с механической очисткой, предупреждают заклинивание инструментов в канале, снижают температуру в рабочей зоне. Основные различия между ними связаны со способностью удалять органические остатки и обеззараживать микроорганизмы.

Классическими препаратами для ирригации являются гипохлорит натрия (NaOCl) и этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА). Гипохлорит натрия качественно растворяет органические ткани (в меньшей степени – жизнеспособные ткани пульпы) и обладает антибактериальным действием, также способен убивать дрожжевые грибы. ЭДТА через хелирование удаляет неорганические ткани, но не обладает антимикробной активностью. Поэтому рекомендуется во время подготовки использовать канала 2—6% раствор гипохлорита натрия, а после лечения — 17% раствор ЭДТА. Гипохлорит натрия утрачивает свои противомикробные свойства в присутствии ЭДТА, поэтому их одновременное применение бессмысленно [37,55].

Хлоргексидина биглюконат это антисептик активный в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, грибов рода *Candida*, липофильных вирусов, золотистого стафилококка, пародонтопатогенных микроорганизмов. Хлоргексидина биглюконат не теряет противомикробную активность в присутствии крови и гноя, а также уменьшает коэффициент жидкостного поверхностного натяжения и облегает проникновение антисептического раствора в дентинные каналы. Спирт усиливает противомикробные свойства и улучшает проникающую способность антисептика. Активность раствора хлоргексидина уменьшается при значении pH 8 и более. Раствор хлоргексидина биглюконата независимо от концентрации не обладает способностью растворять органику корневого канала. Гипохлорит натрия

уменьшает активность хлоргексидина биглюконата и разрушает его, в результате образуется осадок желто-коричневого цвета, окрашивающего твёрдые ткани зуба.

Уровень антимикробной активности хлоргексидина биглюконата зависит от концентрации его раствора. Наиболее велика активность всех растворов хлоргексидина биглюконата по отношению к *E.coli*, наименее — к *St. faecalis*. Применение 2% раствора хлоргексидина биглюконата для ирригации корневых каналов зубов перед их пломбированием улучшит соединение пломбировочного материала с корневым дентином [32].

Хлоргексидина биглюконат, активно используемый в пародонтологии, нашёл своё место и в эндодонтии в качестве ирриганта и геля для временного пломбирования, так как препарат обладает выраженной антибактериальной активностью. Комбинация 2% геля хлоргексидина биглюконата и гидроокиси кальция в связи с тем, что активные ингредиенты геля находятся в постоянном контакте со стенками корневого канала, применяется для повышения антимикробной активности в отношении резистентных микроорганизмов, таких как *E.faecalis* [123].

В 2005 году Pouresmail M. исследовал эффективность 2% раствора хлоргексидина биглюконата и гидроокиси кальция против *E.faecalis*, которые показали, что 2% раствор хлоргексидина биглюконата обладает более выраженным бактерицидным действием при эндодонтическом лечении, чем гидроокись кальция, так же 2% раствор хлоргексидина биглюконата безопасен для периапикальных тканей [133]. Гипохлорит натрия обладает как окислительными, так и гидролизующими свойствами, а также обладает бактерицидным и протеолитическим действием. Раствор был предложен как средство для промывания ран ещё в 1915 году и начал применяться как ирригационный раствор для лечения корневых каналов в Соединённых Штатах примерно в 1920 году [109].

Многие исследования демонстрируют антисептические и растворяющие свойства гипохлорита натрия. К примеру, доказанный антибактериальный эффект

гипохлорита натрия имеется в отношении грибов, бактерий, простейших и вирусов (включая ВИЧ, ротавирус, HSV-1 и -2, вирусы гепатита А и В). Не полностью изучен механизм бактерицидного действия гипохлорита натрия, но его связывают с высвобождением активного хлора вследствие образования гипохлористой кислоты, который приводит к окислению сульфгидрильных групп важных бактериальных ферментов. Кроме того, гипохлорит натрия обладает лизирующими свойствами в отношении органических остатков в корневом канале зуба и боковых каналах. Антибактериальный и цитотоксический эффекты зависят от концентрации раствора [41, 46, 135].

На клиническом приёме чаще применяют раствор в концентрации от 3% до 5,25%. Исследование касательно времени активного действия раствора гипохлорита натрия показало эффективность его в отношении *E. faecalis* при использовании на протяжении 1-5 минут. Retamozo et. al., установили, что для удаления инфицированного *E. Faecalis* дентина, требуется обеспечить не менее 40-минутную экспозицию раствора. По данным исследования Zhang P. (2004), применение 5,25% гипохлорита натрия на протяжении 1 часа активизирует увеличение деградации коллагена и способствуют снижению предела прочности, минерализованного дентин на изгиб [132].

Максимально выраженный растворяющий эффект проявляется у 5% раствора гипохлорита натрия. Для повышения эффективности растворения органического компонента корневых каналов зубов рекомендуется проводить ирригацию корневых каналов подогретым раствором примерно до температуры 40°C, активировать раствор путём применения эндоактиватора и ультразвука, временно пломбировать корневые каналы гидроксидом кальция [72].

Исследования доктора Дэвида Соннтага (2005) [144, 145] показали, что гипохлорит натрия в концентрации от 1 до 5,25% для биохимической очистки системы корневых каналов зубов является предпочтительным, в виду способности растворять остатки некротизированных тканей и органические компоненты смазанного слоя. Но протеолитический и антибактериальный эффект гипохлорита

натрия падает в течение двух минут его нахождения в корневом канале зуба. Поэтому в процессе химико-механической обработки каналов корней зуба требуется обновлять порции раствора перед каждым новым эндодонтическим файлом. Антибактериальная и протеолитическая способность гипохлорита натрия возрастает при увеличении насыщенности раствора. Установлено, что насыщенность раствора может падать при изменении температуры или под воздействием света, поэтому рекомендовано применять раствор в более высоких концентрациях. Повышает свойства гипохлорита натрия подогрев раствора до 40 - 55 °С. Также было доказано, что повышение температуры рабочего раствора на 5° в интервале от 5 до 60 °С увеличивает антибактериальное действие гипохлорита натрия более чем в 2 раза. Воздействие высоких концентраций раствора на витальные клетки значительно снижает модуль упругости дентина, приводя к эрозиям стенок корневого канала зуба, ослабляя их, осложняя качественную obturation корневых каналов [80].

При работе с гипохлоритом натрия необходимо не забывать, что он обладает цитотоксичностью при выведении в периодонт, неприятным запахом и вкусом, «отбеливающим» эффектом при попадании на одежду, способен вызывать коррозию инструментов. Причинами осложнений, связанных с применением гипохлорита натрия, являются: некорректное определение рабочей длины канала корня зуба, заклинивание корневой иглы в канале, чрезмерное расширение апикального отверстия, наличие боковых перфораций. Для предупреждения подобных осложнений необходимо соблюдать протоколы эндодонтического лечения, применять качественные эндодонтические инструменты, использовать апекслокатор, рентгенологические методы исследования для корректного определения рабочей длины. Для повышения качественной химико-механической обработки каналов корней зубов в комплексе с гипохлоритом натрия рекомендуется применять 2% раствор хлоргексидина биглюконата, этилендиаминететрауксусная кислота 17%. Согласно протоколу ирригации, использование после гипохлорита натрия 5,25% и этилендиаминететрауксусной

кислоты 17 %, применяется дистиллированная вода, во избежание нежелательных взаимодействий. Уровень антимикробного действия гипохлорита натрия выше, чем у хлоргексидина биглюконата, например, по отношению к золотистому стафилококку гипохлорит натрия активнее почти в полтора раза. Однако, хлоргексидин биглюконат является высокорекреационным раствором и при контакте его с гипохлоритом натрия выпадает оранжево-коричневый осадок, состоящий из образований парахлоранилина, обладающий канцерогенными свойствами [96, 116, 117].

Начиная с 1920 года в лечении пульпитов и некрозов пульпы применяется щелочное вещество с рН примерно 12,5 — гидроксид кальция. Она имеет бактерицидную активность, при контакте с некротическими тканями органические молекулы лизируются и денатурируются, подавляя активность остеокластов и уменьшая процессы резорбции костей. Эти положительные качества препарата позволили его применять в лечении осложнений кариеса, апексификации, закрытия перфораций и при лечении воспалительной резорбции корня [128].

Некоторые исследования *in vitro* показали разрушительное действие гидроксида кальция на бактериальную клетку, при непосредственном контакте препарата в растворе с бактериальной клеткой. Такое действие связано с высоким содержанием гидроксильных ионов, при котором выживание микроорганизмов становится невозможным. В клинической практике довольно сложно добиться такого плотного контакта [141].

Следовательно, имеется зависимость повреждения мембраны клеток бактерии от содержания гидроксильных ионов в гидроксиде кальция. В клинической практике достаточная концентрация препарата создаётся только в месте наложения пасты. В апикальной части канала рН препарата резко падает из-за буферных систем и, как следствие, снижается антибактериальный эффект лечебной повязки. Чтобы её действие было максимальным, гидроксильные ионы должны проникать через дентин и остатки пульпы. Научные работы доказывают, что они способны проникнуть через корневой дентин, но уровень рН уменьшается

в дентинных канальцах, анастомозах корневых каналов зуба. Среднее значение pH в корневом канале равно 12-12,5 без патологии со стороны пульпы зуба. В местах, где контакт лечебной пасты и стенки канала наиболее плотный, pH варьирует от 8 до 11, а в глубине дентина значения pH равно 7-9 [113].

Soriano de Souza (2005) с использованием современных методов молекулярной биологии исследовал влияние гидроксида кальция на состав микробиоценоза инфицированных каналов корней зубов [104]. В этой работе Soriano de Souza была доказана невозможность полной дезинфекции корневых каналов гидроксидом кальция. Помимо этого, отмечен рост числа некоторых микроорганизмов (*E. Corrodens*, *A. Actinomycetemcomitans*, *E. nodatum*) после двух недель применения гидроксида кальция [104]. Схожие результаты получены Barbosa (2016): после применения временной повязки, рост бактерий обнаружен в 27% случаев [91].

Применение гидроксида кальция имеет ряд сложностей, связанных с недостаточно высоким pH препарата, влияющим на антибактериальное воздействие препарата. Гидроксид кальция имеет сниженную антибактериальную активность в отношении *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, некоторых штаммов *Streptococcus* и *Enterococcus*, что связано со способностью этих микроорганизмов выживать при pH 8-9. Большинство грибов тоже проявляют устойчивость к значениям pH 5-9. Указанные особенности микроорганизмов делают их источниками вторичного инфицирования [88].

Важным механизмом, способствующим преодолению защитных систем макроорганизма является создание биоплёнок бактериями. Сама по себе биоплёнка является микробной популяцией, которая тесно связана с субстратом. Эта популяция окружена продуктами жизнедеятельности бактерий. Микроорганизмы, находящиеся в биоплёнке, более устойчивы к воздействию антимикробных средств и к защитным реакциям организма [97].

Гипохлорит натрия обладает способностью эффективно воздействовать на биоплёнки, разрушая их, в том числе, на образованные *E. faecalis*. По данным медицинской литературы, *E. Faecalis* способен сохранять активность в присутствии гидроокиси кальция более 77 дней. Бактерицидное действие гидроксида кальция может оказывать в отношении микроорганизмов, расположенных на периферии биоплёнки [90].

После применения препаратов для ирригации, стерилизации системы корневых каналов зубов не происходит в следствие:

- 1) неспособности препаратов проникать глубоко в боковые каналы;
- 2) устойчивости бактерий в корневом канале зуба к применяемым антисептическим препаратам;
- 3) нейтрализации антисептических растворов тканевыми компонентами или продуктами бактериальных клеток;
- 4) недостаточной экспозиции препаратов по времени;
- 5) изменения свойства бактерий после изменения окружающей среды [98].

Использование ультразвука в эндодонтии улучшило качество консервативного лечения пульпитов и пародонтитов. Применение ультразвуковой энергии, объединяет в себе механическую очистку и ирригацию, биологическое, химическое и физическое воздействие. Сочетание этих эффектов позволяет быстро и эффективно очищать, дезинфицировать и формировать систему корневых каналов зубов [119].

Для улучшения антибактериальной обработки системы корневых каналов многие авторы рекомендуют активировать антисептические растворы ультразвуком [37, 119, 149, 153]. В результате эффекта кавитации и вихревых потоков вокруг инструмента во время обработки корневого канала ультразвуком и способности нагревать антисептические растворы, что позволяет более глубокому проникновению ирригационных растворов в структуру корневого канала, удалению стружки дентина, которые блокируют дентинные каналы. [89].

Однако некоторые возбудители обладают способностью проникать в микроканалы до 1000 мкм, что значительно затрудняет обработку таких каналов, абсолютного эффекта не даёт ни использование самых современных растворов, ни их дополнительная активация ультразвуком [44].

При обработке каналов корней зубов применяются дифференцированные частоты ультразвука и время озвучивания.

Так, Афанасьевым В.В. был получен патент на способ антибактериальной обработки каналов, при котором в течение 2-х минут используются низкочастотные ультразвуковые колебания с частотой 29 кГц через 0,06% раствор хлоргексидина (патент на изобретение № 2235569 от 10.09.2004) [3]. В работах Беленовой И.А. и Красичковой О.А. ультразвук с частотой 30 кГц предлагается применять в течение 30 сек [6]. Авторы указывают на эффективность предложенных режимов в отношении патогенной микрофлоры каналов корней зубов.

Рабинович И.М. и соавторы (2018) предлагают использовать фотодинамическую терапию при лечении пульпитов и пародонтитов и в своём исследовании доказал её эффективность. [63]. Одни авторы считают его хорошей альтернативой гипохлориту натрия, другие рекомендуют использовать в комплексе с растворами для ирригации. [39, 121].

1.6. Применение лазерных технологий при эндодонтическом лечении

Использование самых современных растворов для ирригации, а также активация их ультразвуком, зачастую не позволяют обработать дентинные каналы на достаточную глубину (микроорганизмы проникают до 1000 мкм) [44]. Перспективность применения лазерных технологий для дезинфекции корневых каналов в современной эндодонтии подтверждена многими исследователями. [66, 120].

Термин «лазер» является аббревиатурой от английской фразы «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation», что в переводе означает «усиление света с помощью стимулированного излучения». Термин впервые появился в словаре Брокгауза в 1922 году.

Основной причиной заболеваний пульпы и периодонта – это внутриканальная инфекция. Когда первичная обработка корневых каналов оказалась неуспешной, существуют следующие варианты лечения – перелечивание, апикальная хирургия, удаление зуба. Современные критерии успешного эндодонтического лечения периодонтита – «полное заживление», «частичное заживление», «функционирующие зубы». По данным Американской ассоциации эндодонтистов, при лечении витальных зубов и зубов с некрозом пульпы, но без апикального периодонтита, вероятность успешного лечения 95%, при первичном эндодонтическом лечении апикального периодонтита – 85%, при перелечивании зубов с апикальным периодонтитом – 75%. Улучшить эту цифру возможно при использовании современных технологий. Исследование Shimon Friedman в 2008 году показало, что использовании при перелечивании периодонтита современных технологий (коффердам, ирригганты, никель-титановые инструменты, ультразвук, МТА) результатом является – 82% случаев полного заживления, 94% – функционирующие зубы [143].

Лазерные технологии находят широкое применение практически во всех отраслях медицины. Эта тенденция объясняется наличием у лазерного излучения ряда положительных действий: антибактериального, противовоспалительного, возможности уменьшения отёка и напряжения тканей, уменьшения рецепторной чувствительности, а также стимуляции репаративных процессов в зоне воздействия и в организме [49].

Лазерные технологии применяются в стоматологической практике более 50 лет. В стоматологии применяют лазеры с различными длинами волн: аргоновый с длиной волны 488 нм и 514, углекислый (CO₂) с длиной волны 10600 нм, диодный с длиной волны 792 – 1030 нм, неодимовый Nd: YAG (с длиной волны

1064 нм, эрбиевый Er: YAG с длиной волны 2940 нм и эрбий-хромовый лазер Er,Cr:YSGG с длиной волны 2780 нм. Лазеры применяют для обработки твёрдых тканей зубов (препарирование кариозных полостей, создание доступа к полости зуба, обработка корневых каналов), для проведения хирургических манипуляций на мягких тканях, отбеливания зубов, терапии заболеваний височно-нижнечелюстного сустава и т.д. [118].

Научные основы применения лазерного излучения при эндодонтическом лечении представлены на рисунке 3:

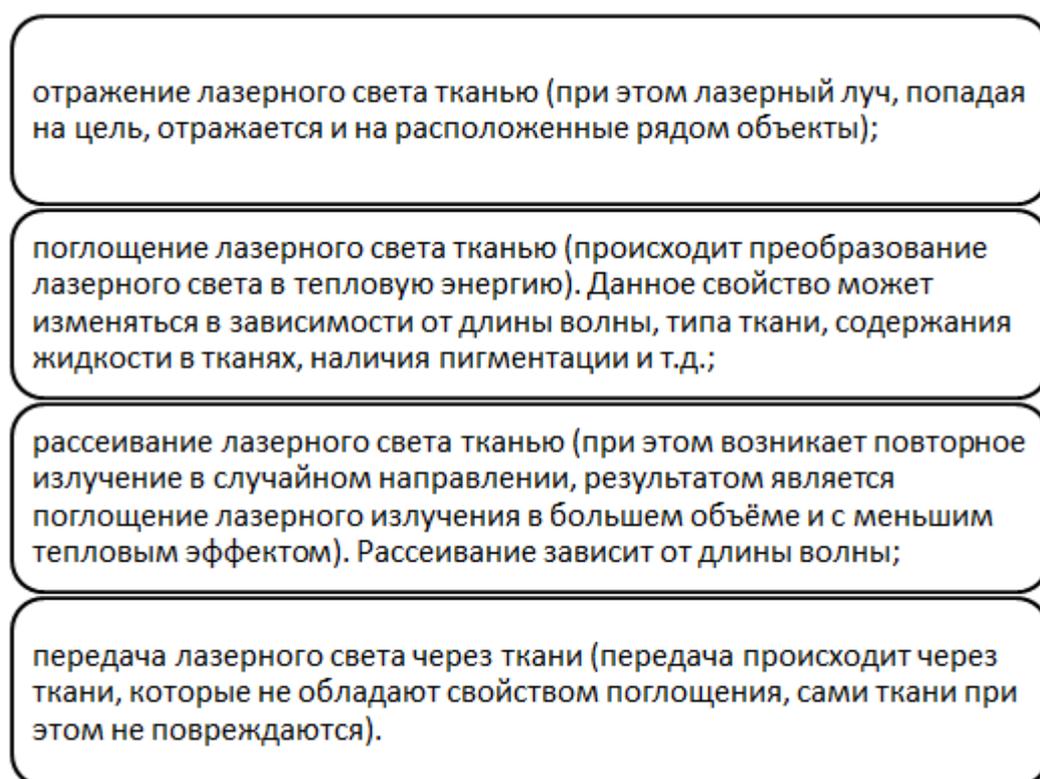


Рисунок 3 – Научные основы применения лазерного излучения

Современные исследования подтверждают эффективность применения диодных лазеров при лечении осложнённых форм кариеса зубов, подтверждая антибактериальное действие и оценивая высокую эффективность в отношении грамотрицательной микрофлоры. К преимуществам применения диодных лазеров можно отнести бескровность, безопасность, малое количество противопоказаний, ограниченное применение анестетиков [4, 53, 1].

Licata M.E., Albanese, A., Campisi, G. et al. (2015) в исследовании *in vitro* определяли бактерицидное действие Er, Cr: YSGG лазера внутри корневого канала, экспериментально колонизированного *Enterococcus faecalis*. Er, Cr: YSGG лазер был использован при разном времени облучения (30 и 60 с) и энергии импульса (75 и 25 мДж) [101]. Исследование проводилось на 52 удалённых однокорневых зубах, корневые каналы были обработаны машинными инструментами, стерилизованы и инфицированы суспензией *E. faecalis* (105 бактерий / мл). Зубы были рандомизированы на три группы лечения (группа 1, группа 2 и группа 3) и одна контрольная группа. Во всех группах каналы корней зубов были обработаны 5,25% раствором гипохлорита натрия и 17% этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА). Каналы в группах 1 и 2 обрабатывали лазером Er, Cr: YSGG при мощности лазера 75 мДж в течение 30 и 60 секунд соответственно. Зубы группы 3 обрабатывали лазером при 25 мДж в течение 60 секунд. Во всех случаях проводилось микробиологическое исследование для выявления присутствия *E. faecalis*. Во всех клинических группах, получавших обработку корневых каналов в течение 30 и 60 секунд и мощности 75 мДж наблюдалось значительное уменьшение содержания *E. faecalis* (на 92,3 и 100% соответственно). В контрольной группе снижение *E. faecalis* наблюдалось на 92,3%. При обработке корневых каналов в течение 60 секунд лазером при 25 мДж получен значительно меньший процент снижения *E. faecalis* (46,1%). Статистических различий между группами не наблюдалось ($P = 0,543$, точный критерий Фишера). По результатам указанного исследования сделан вывод о наибольшем бактерицидном эффекте при обработке корневых каналов Er, Cr: YSGG лазером в течение 60 с и импульсе энергии 75 мДж.

Erben P., Chang A.M., Darveau R.P. et al (2019) *in vitro* оценивали эффективность бактерицидного действия Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм и диодного лазера с длиной волны 940 нм [107]. Для исследования были взяты 52 интактных удалённых зуба, инфицированных *Enterococcus faecalis*, которые разделены на шесть групп. В качестве ирриганта применяли стерильную воду в

1-5 группах и разные режимы обработки корневых каналов лазерами. В контрольной (шестой) группе ирригацию проводили 17% раствором ЭДТА и 3% раствором гипохлорита натрия. В этой группе микробиологическое исследование показало наличие *E. faecalis* после медикаментозной обработки корневых каналов. Данные исследования показывают, что наиболее эффективным в отношении *E. faecalis* является комплексное применение Er, Cr: YSGG (длина волны 2780 нм) и диодного лазера с длиной волны 940 нм.

Разумова С.Н. и соавторы (2019), проводили исследования *in vitro* эффективности обработки корневого канала эрбиевым лазером с микробиологическим исследованием [40]. Исследование проводилось на удалённых интактных зубах, инфицированных штаммами *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus sanguinis* и *Candida albicans*. Оценивали эффективность дезинфекции корневых каналов с применением 17% ЭДТА в сочетании с Er:YAG лазером с длиной волны 2940 нм, в течении 1 минуты, частота импульса 10 Гц. В результате такой обработки была достигнута полная стерилизация корневых каналов.

В 2018 году Орехова Л.Ю. и соавторы проводили сравнительный анализ качества механической очистки стенок корневых каналов, применяя различные лазерные системы и фотосенсибилизаторы [73]. Фотоактивируемая дезинфекция проводилась с помощью аппарата фотодинамической терапии АФС-К 660 нм и фотосенсибилизатора «Фотодитазин», также применялся диодный лазерный комплекс Lazurit с длиной волны 980 нм и фотосенсибилизатор «РАСТ Fluid Endo» с длиной волны 632 нм, исследование проводилось на удалённых зубах, обработанных согласно стандартному протоколу механо-медикаментозной обработки каналов корней зубов. При помощи сканирующей электронной микроскопии оценивали качество очистки корневых каналов по заранее сделанным шлифам зубов, было выявлено неполное удаление «смазанного» слоя, не полное открытие дентинных канальцев. В результате применение аппарата фотодинамической терапии АФС-К 660 в сочетании с фотосенсибилизатором «Фотодитазин» и лазерного комплекса Lazurit и фотосенсибилизатора «РАСТ

Fluid Endo» не обеспечило полную очистку корневых каналов. Авторы пришли к заключению о необходимости дальнейшей разработки протоколов использования лазерного излучения, которые должны регулировать выбор режимов, устанавливать длительность экспозиции, а также определять последовательность фотодинамической терапии в дополнении к традиционным эндодонтическим методикам.

Розенбаум А.Ю. (2017) применяла эрбий-хромовый лазер при лечении хронических форм периодонтита с последующей резекцией верхушки корня [67]. Режим применения лазера был следующий: продолжительность импульса – 140 мкс, мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц. После обработки корневых каналов лазером с указанными параметрами, выполнено микробиологическое исследование, доказавшее выраженный элиминирующий эффект на такие микроорганизмы как *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Corynebacterium xerosis*, *Staphylococcus aureus*, *Actinomyces israelii*, *Moraxella lacunata*.

При современном эндодонтическом лечении чаще остальных применяют диодный, эрбиевый и эрбий-хромовый лазеры. Энергия лазерного излучения эрбиевого лазера имеет высокие показатели поглощения водой, высокий коэффициент поглощения в кристаллах гидроксиапатита, делая эффективным его работу в корневом дентине. Применение диодного лазера (длина волны 940 нм) позволяет осуществить хороший гемостаз, и повысить эффективность пульпэктомии. Также диодные лазеры способны удалить смазанный слой, который образуется в процессе механической обработки каналов. При использовании непрерывного режима диодного лазера мощностью 0,6 Вт и с длиной волны 810 нм, количество бактерий снижается на 88,38%. При мощности 2,8 Вт, длине волны 980 нм, количество бактерий *E. faecalis* снижается на 77-97%. Антибактериальный эффект диодного лазера зависит от длины волны лазерного излучения и мощности, а также толщины дентина. Но эти лазеры могут привести к негативным последствиям, таким как перегрев окружающих тканей, опасность

применения их в корневых каналах с трещинами и широким апикальным отверстием [120].

Кречина Е.К., Маслова В.В. и др. в своей работе (2009) определили улучшение микроциркуляции в тканях пародонта у пациентов с хроническим периодонтитом после применения низкоинтенсивного импульсного и непрерывного лазерного излучения красного и инфракрасного диапазонов спектра [86]. Мамедовой Л.А. и Хасановой Е.В. (2009) в терапии хронических периодонтитов был использован диодный лазер мощностью излучения 1 Вт, длиной волны 980 нм, в импульсном режиме: после импульса продолжительностью 0,2 секунды следовала пауза 0,2 секунды [38]. Также импульсный режим лазерного излучения мощностью от 0,6 до 1,1 Вт был использован Митрониным А.В. и Чунихиным А.А. (2011) при лечении хронических форм пульпита (длина волны 1030 нм) [44, 45].

Имеются работы, отражающие действие излучения диодного лазера на изменение температуры поверхности корней зубов (Ю.А. Винниченко и А.В. Винниченко, 2011) При этом используется лазерное излучение мощностью 1,5 Вт, 3 Вт и 5 Вт. [16]. Исследование показало безопасным применение диодного лазера с мощностью в 1,5 Вт и 3Вт при эндодонтическом лечении [16, 86].

Батуева Н.Т. (2009) проводила исследования, в котором диодный лазер с длиной волны 970 нм был единственным средством антисептической обработки корневых каналов, рост микрофлоры в этом случае наблюдался в 60% случаев, при комплексном использовании 3% гипохлорита натрия, 17% ЭДТА и лазерного излучения рост микрофлоры был выявлен в 5% случаев [5].

Мамедзаде Р.Э. (2019) применял диодный лазер при эндодонтическом лечении зубов с периапикальными деструкциями размером от 1,8 до 5,9 мм. Микробиологическое исследование содержимого корневых каналов зубов после лечения определило высокую антибактериальную способность диодного лазера [35].

Однако имеются и сведения о резистентности некоторых микроорганизмов (*Prevotella melaninogenica*, *Enterococcus faecalis*, *Bacteroides fragelis*) к комплексной обработке корневых каналов лазерным излучением с длиной волны 970 нм, 3% гипохлорита натрия и 17% ЭДТА: в 60% случаев наблюдался рост указанных возбудителей [5].

В пародонтологии, челюстно-лицевой хирургии и терапевтической стоматологии также применяется эрбий-хромовый лазер (длина волны 2780 нм), обладающий гидрокинетическим эффектом [150]. Благодаря сочетанию механического, термического и фотобиологического действий он оказывает выраженный бактерицидный эффект. Разрушение мембраны бактерии происходит за счёт ударной волны, образующейся в жидкой среде под действием лазерного излучения, приводя к испарению клетки. Метаболизм бактериальной клетки блокируется образованием радикалов и синглетного кислорода благодаря фотобиологическому эффекту [30]. Кроме того, происходит удаление смазанного слоя со стенок корневого канала за счёт микровзрывов [17, 82, 152]. Лазерное излучение проникает на глубину 1000 мкм корневого дентина, обеспечивая качественную очистку системы каналов от микрофлоры. На глубине 500 мкм эффективность применения диодного лазера, имеющего с длину волны 980 нм, составляет 86% [93]. При некрозе пульпы (K04.1), язвенном пульпите (K.04.04), апикальной гранулёме (K.04.5) микроорганизмы присутствуют в корневом канале длительное время, проникая в дентин достаточно глубоко. В этих случаях глубина проникновения лазерного излучения играет значительную роль. [84]. Современные аппараты для лазеротерапии имеют специализированные эндодонтические световоды, благодаря которым имеется возможность применения лазерных технологий в практике врача-стоматолога значительно чаще, в том числе при лечении пульпитов и некроза пульпы.

Таким образом, анализируя литературные данные, можно заключить, что применение лазерных технологий в лечении осложнённых форм кариеса зубов является перспективным. Возможно достичь качественной очистки системы

корневых каналов и лучших отдалённых результатов. Но в литературе не достаточно освещено применение Er,Cr:YSGG лазера (длина волны 2780 нм) в лечении гнойного пульпита и некроза пульпы. Поэтому настоящее исследование посвящено применению в эндодонтии этой современной методики.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с поставленными задачами в исследовании приняли участие 106 пациентов, находившихся на лечении на кафедре общей стоматологии клиники стоматологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

Критерии включения пациентов в исследование: подтверждённый диагноз «гноной пульпит» (K04.02) и «некроз пульпы» (K04.1) на основании жалоб – на самопроизвольные боли почти без «светлых» промежутков, с пульсирующей, «стучащей» и «рвущей» болью, на чувство неловкости в зубе, наличие неприятного запаха из зуба и приступы боли от горячего, жалобы на изменение зуба в цвете, а также данных объективного осмотра и дополнительных методов диагностики.

Критерии исключения для всех групп – это пациенты, страдающие тяжёлыми общесоматическими заболеваниями, а также пациенты, которые добровольно отказались от участия в исследовании, параллельное участие пациента в другом исследовании.

На рисунке 4 представлен дизайн диссертационного исследования.

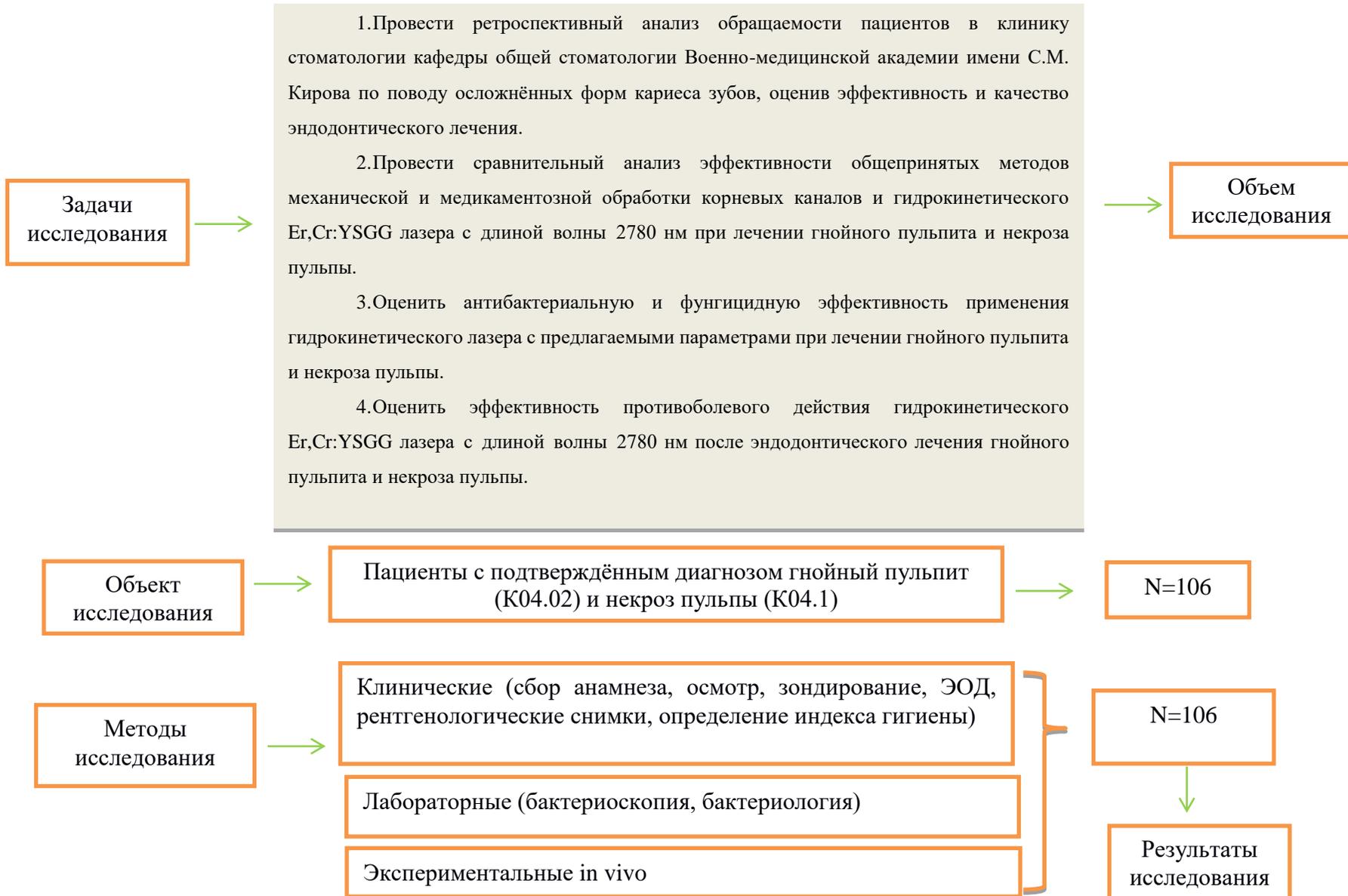


Рисунок 4– Дизайн исследования

2.1. Характеристика групп пациентов с пульпитами, осложнённых распадом пульпы и методы их лечения

В ходе диссертационного исследования было обследовано и проведено эндодонтическое лечение зубов у 106 пациентов с диагнозами гнойный пульпит (K04.02), и некроз пульпы (K04.1), проведён ретроспективный анализ 594 амбулаторных карт пациентов клиники стоматологии.

До начала лечения все пациенты подписывали добровольное информированное согласие на проведение клинических и рентгенологических исследований, эндодонтического лечения и использование полученных результатов в научной работе. Диссертационное исследование одобрено этическим комитетом ФГБВОУ ВО «Военно-медицинской академии имени С.М.Кирова» протоком № 221 от 23 апреля 2019 года.

На основании применяемых клинических и лабораторных методов исследования 106 пациентов были разделены на 3 клинические группы (таблица 4). Из общего количества исследуемых – 57 (53,77%) пациентам был поставлен диагноз гнойный пульпит (K04.02), 49 (46,23%) пациентам диагноз некроз пульпы (K04.1).

В первую группу (контрольную) вошли 15 пациентов (7 пациентов с гнойным пульпитом, 8 пациентов с некрозом пульпы). Лечение данной группы пациентов проводилось общепринятым методом:

- первое посещение: сбор анамнеза и жалоб, заполнение медицинской документации, осмотр полости рта, проведение профессиональной гигиены полости рта, прицельная рентгенография, электроодонтометрия аппаратом «ПульпЭст». Для подтверждения корректности показаний пациентов исследование проводилось 2-3 раза. Основываясь на полученных данных, делали вывод о жизнеспособности пульпы. На силу тока свыше 80 мкА реагировали зубы с некротизированной пульпой. Далее в первое посещение выполнялась местная анестезия с использованием препарата «Ульттракаин Д-С», изоляция зуба от

полости рта при помощи коффердама, создание эндодонтического доступа к корневым каналам зуба, отбор биоматериала для микробиологического исследования. Корневые каналы подвергались механической обработке ручными и машинными инструментами под контролем апекслокатора до 040 размера по ISO. Антибактериальную обработку каналов проводили с применением эндодонтического шприца и растворами «Гипохлоран-3», «Эдеталь жидкость», «Хлоргексидин биглюконат 2%». Эти растворы применялись между сменой эндодонтических файлов. После ирригации растворами каналы корней зубов промывали дистиллированной водой и производили сушку бумажными штифтами. Для дополнительной дезинфекции системы корневых каналов применяли временную лечебную пасту «Кальсепт» и герметичную цементную пломбу «Глассин рест». Для контроля качества проводилась прицельная рентгенография;

Во второе посещение: зуб изолировался при помощи коффердама, выполнялось снятие временной пломбы, проводилась повторная механо-медикаментозная обработка каналов зубов, забор материала для микробиологического исследования эндодонтическими файлами (материалом служила стружка корневого канала из верхушечной 1/3 корневого канала, взятая H- и K-файлами 040 размера по ISO), obturation корневых каналов методом латеральной конденсации гуттаперчи с применением силлера на основе эпоксидной смолы, реставрация зуба.

Вторую группу составили 50 пациентов (25 пациентов с гнойным пульпитом, 25 пациентов с некрозом пульпы), которым проводилось традиционное эндодонтическое лечение в два посещения, по той же методике как, в 1-й группе. Но во второе посещение, непосредственно перед obturation корневых каналов зубов, их обрабатывали излучением эрбий-хромового лазера (длина волны 2780 нм) с применением насадок RTF-2, RTF-3, с последующим забором материала для бактериологического исследования. Затем проводилась obturation корневых каналов зубов и реставрация коронковой части зуба.

В третьей группе проходили лечение 41 пациент (25 пациентов с гнойным пульпитом, 16 пациентов с некрозом пульпы), которые случайным образом были разделены на две подгруппы (в зависимости от мощности лазерного излучения), лечение которых проводилось в одно посещение. В качестве раствора для ирригации корневых каналов использовали дистиллированную воду. Забор материала для микробиологического исследования осуществляли до обработки и непосредственно перед пломбированием корневых каналов зубов. Перед постоянной obturацией корневых каналов зубов, их обрабатывали излучением гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера (длина волны 2780 нм) с применением насадок RTF-2, RTF-3, с последующей obturацией их методом латеральной конденсации гуттаперчи с применением силлера на основе эпоксидной смолы, реставрация зуба. При этом в группе 3-А (18 больных) облучение корневого канала осуществлялось лазером с заводскими настройками, а группе 3-Б (23 человека) частота и мощность лазера были увеличены с 20 до 40 Гц и с 1,25 до 1,5 Вт для указанных групп соответственно.

Всем 106 пациентам проводилось рентгенологическое исследование (прицельная рентгенография) до начала лечения, во время лечения и после лечения. Для оценки отдалённых результатов эндодонтического лечения проводилось повторное рентгенологическое исследование через 6 месяцев.

Таблица 4 – Распределение пациентов на группы

	Проводимые лечебные манипуляции в зависимости от количества посещений пациента	
	1-е посещение	2-е посещение
1 группа n=15 (контрольная группа)	Расширение канала по ISO до 035/040; Ирригация: NaOCl 3%, aqua destillata, ЭДТА, хлоргексидин 2%; Временная obturация гидроокисью кальция; Прицельный рентгенологический снимок.	Механическая обработка и ирригация корневых каналов; Пломбирование методом латеральной конденсации; Прицельный рентгенологический снимок.

Продолжение таблицы 4

		Проводимые лечебные манипуляции в зависимости от количества посещений пациента	
		1-е посещение	2-е посещение
2 группа n=50		<p>Расширение канала по ISO до 035/040;</p> <p>Ирригация: NaOCl 3%, aqua destillata, ЭДТА, хлоргексидин 2%;</p> <p>Временная obturation гидроокисью кальция;</p> <p>Прицельный рентгенологический снимок</p>	<p>Механическая обработка и ирригация корневых каналов;</p> <p>дезинфекция корневых каналов световодом RTF-2, RTF-3;</p> <p>Пломбирование методом латеральной конденсации.</p> <p>Прицельный рентгенологический снимок.</p>
3 группа n=41	3 А n=18	<p>Расширение канала по ISO до 035/040;</p> <p>Ирригация: aqua destillata;</p> <p>Дезинфекция корневых каналов световодом RTF-2, RTF-3;</p> <p>Пломбирование методом латеральной конденсации.</p> <p>Прицельный рентгенологический снимок.</p>	
	3 Б n=23	<p>Расширение канала по ISO до 035/040;</p> <p>Ирригация: aqua destillata;</p> <p>Дезинфекция корневых каналов световодом RTF-2, RTF-3 с предложенными параметрами;</p> <p>Пломбирование методом латеральной конденсации.</p> <p>Прицельный рентгенологический снимок.</p>	

Всем участникам исследования для постановки диагноза и определения показаний к эндодонтическому лечению проведена оценка клинических

симптомов и диагностическое исследование в соответствии с различными протоколами с последующей оценкой эффективности. Сбор анамнеза, прицельное зондирование, визуальная оценка пульпы и содержимого корневых каналов (распад пульпы, гипертрофия тканей пульпы) были использованы для постановки диагноза. Также использовались дополнительные методы исследования зубов – рентгенологическое обследование, электроодонтодиагностика, бактериоскопическое изучение пульпы и содержимого корневых каналов.

2.2. Клинические методы исследования

Всем пациентам оформлялась медицинская карта (форма 043/у), в которой заполнялась паспортная часть, предварительный/основной диагноз, перенесённые и сопутствующие заболевания, развитие настоящего заболевания, указывались данные объективного осмотра, заполнялась зубная формула, оценивалось состояние слизистой оболочки полости рта, вносились данные дополнительных методов исследования, вёлся дневник лечения.

Течение заболеваний характеризуется наличием одного или нескольких симптомов, которые чаще всего беспокоят пациентов и ухудшают их качество жизни. На кафедру общей стоматологии клинику стоматологии Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова они обращались с жалобами, которые отражали их субъективные ощущения или/и клинические проявления стоматологического заболевания. Характер жалоб пациентов отражён в таблице 5.

Таблица 5 – Клиническая характеристика жалоб пациентов при первичном обращении в стоматологическую клинику, абсолютные числа %

Характеристика больных	Характер жалоб			
	Самопроизвольные ноющие боли	Боли от термических раздражителей, боли от горячего	Боли при накусывании на зуб	Неприятный запах из полости рта
Гнойный пульпит К04.02	57 53,77%	57 53,77%	49 46,23%	14 13,21%
Некроз пульпы К04.1	49 46,23%	49 46,23%	36 33,96%	32 31,19%
Всего	106 100%	106 100%	85 80,19%	46 43,4%

Из данных, представленных в таблице 5, следует, что жалобы пациентов были характерны для клинической картины гнойного пульпита и некроза пульпы.

При внешнем осмотре пациента выполнялась оценка конфигурации лица, отмечалось состояние кожных покровов, оценивались регионарные лимфатические узлы (размер, форма, консистенция, отношение к окружающим тканям) и состояние мягких тканей челюстно-лицевой области.

При осмотре полости рта проводилась оценка состояния пародонта и слизистой оболочки полости рта, уровня гигиены. По данным осмотра можно судить о характере смыкания зубов. Результаты осмотра заносились в зубную формулу.

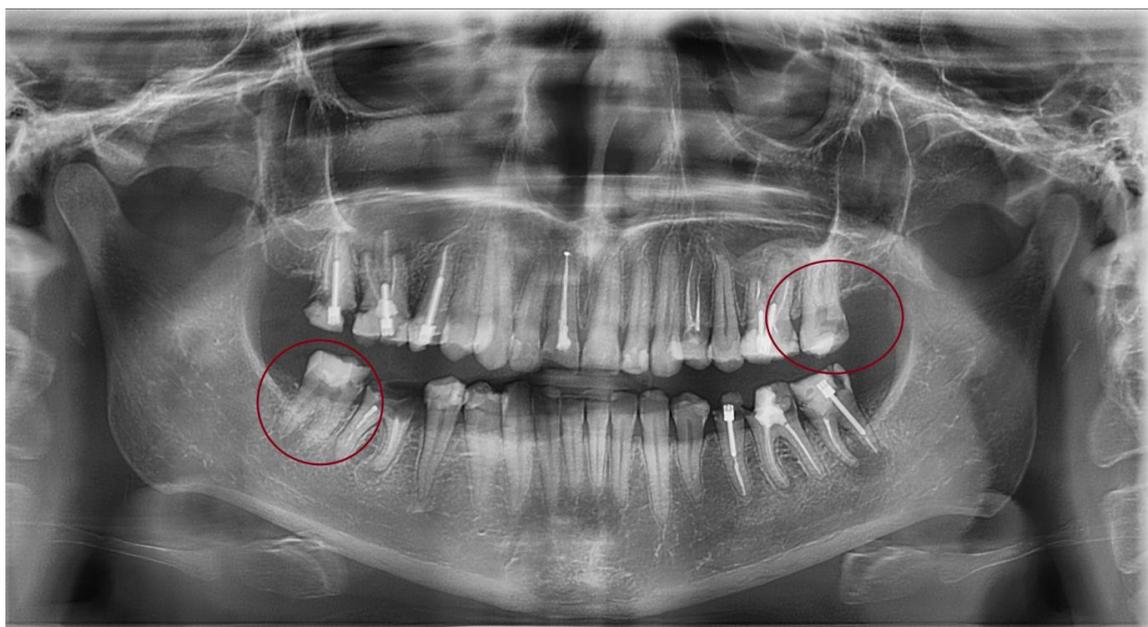
При помощи стоматологического зеркала и зонда проводили исследование зубов, определяя их анатомическую принадлежность, наличие кариозной полости, её расположение и размер, наличие пломбы, её краевое прилегание к тканям зуба, наличие дефекта или скола. Визуальный осмотр определяет показания к

применению других методов диагностики, прогнозирует объем лечебных мероприятий. Особое внимание при обследовании уделялось зубам ранее леченым по поводу глубокого кариеса. Трудности диагностики заключались в скрытых кариозных полостях, локализованных в шейно-проксимальной части зуба, закрытых плотно прилегающей контактной поверхностью соседнего зуба или десневым сосочком. В области исследуемого зуба проводили пальпацию по переходной складке для выявления отёка, сглаженности и болезненности.

Рентгенологические методы исследования использовали для подтверждения диагноза, установления объёма лечебных мероприятий. Всем 106 пациентам была проведена ортопантомография для определения стоматологического статуса, выявления очагов хронической одонтогенной инфекции с бессимптомным течением. Внутриротовую дентальную рентгенографию применяли на этапах эндодонтического лечения корневых каналов зубов. Дентальную компьютерную томографию применяли при локализации выраженных патологических изменений в периапикальной и фуркационной зонах, вблизи верхнечелюстных пазух, для уточнения анатомии корневых каналов зубов и выявления дополнительных каналов (рисунок 5).

Прицельная рентгенография позволяла выявить скрытые кариозные полости, уточнить топографию полости зуба и корневых каналов, состояние периапикальных тканей, а также качество obturации корневых каналов зубов. Определить состояние периапикальных тканей при пульпите необходимо с точки зрения диагностики и обоснования методов лечения, корректной интерпретации их результатов.

Прицельная рентгенография проводилась по общепринятой методике на аппарате рентгенологическом стоматологическом диагностическом, модели GS 2100. Рентгенологический контроль проводился до лечения, на этапах лечения и после пломбирования, а также для оценки отдалённых результатов через 6 месяцев.



А) ортопантомография



Б) прицельная рентгенография

Рисунок 5 – Рентгенологические методы исследования

Зондирование зубов позволяло оценить поверхность эмали, выявлять наличие дефектов твёрдых тканей зубов и пломб, болевую реакцию и скрытые кариозные полости. Перкуссия проводилась с целью постановки клинического диагноза и дифференциальной диагностики кариеса зубов и его осложнений. При различных формах пульпита боль может отсутствовать и выражаться, в той или иной степени. Горизонтальная перкуссия, проводимая по апроксимальной или вестибулярной поверхности зуба, позволяла оценить состояние краевого

периодонта. Перкуссия начиналась с интактных зубов, постепенно переходя к причинному зубу, что позволило получить достоверные данные.

Для предупреждения дополнительного инфицирования системы корневых каналов 106 пациентам проводилась гигиена полости рта перед началом эндодонтического лечения. Профессиональную чистку зубов проводили с применением ультразвука NSK Various 750 (NSK NAKANISHI INC., Япония) и пасты Detartrine (Septodont, Франция). Для пациентов проводили уроки гигиены.

Для оценки жизнеспособности пульпы использовали метод электроодонтодиагностики (ЭОД). Суть метода состоит в возможности тканей пульпы под влиянием раздражений переходить в состояние возбуждения. При наличии в тканях пульпы воспалительных и/или деструктивных процессов порог раздражения меняется: возбуждение возникает в ответ на токи выше 12 мкА.

Исследование электрической возбудимости чувствительных нервов пульпы зуба во время электростимуляции выполнялось с визуальным контролем реакции пациента на раздражение. Реакции пациента зависели не только от изменений пульпы зуба, так и от состояния организма в целом.

Преимуществами применения электротока в стоматологической практике являются:

- воздействие на пульпу через минеральную оболочку зуба;
- лёгкость и точность дозирования;
- отсутствие повреждающего действия на ткани пульпы зуба.

Перечисленные преимущества позволяют применять ток при рутинных исследованиях и многократно.

В норме порог электровозбудимости пульпы составляет 2 — 6 мкА, при заболевании пульпы он повышен до 20 — 60 мкА, при заболевании периодонта — до 200 мкА. ЭОД позволяет не только произвести оценку качественных и количественных нарушений в тканях пульпы, но и применять полученные результаты в диагностике, дифференциальной диагностике заболеваний пародонта, осуществлять контроль эффективности лечения.

Методика проведения электроодонтодиагностики следующая: во время исследования производится постепенное увеличение импульсов, до появления первых еле заметных болезненных ощущений в зубе. До начала исследования пациент информируется о необходимости немедленно сообщить о появлении болезненных ощущений, произнеся звук «а». Болезненное ощущение (покалывание, тепло) возникает даже в частично жизнеспособной пульпе при воздействии электротока на зуб. При полной гибели пульпы раздражение передаётся на перицемент, обильно пронизанный чувствительными тактильными волокнами, в связи с чем возникает тактильное ощущение контакта (прикосновение, толчок). Схожие ощущения могут возникать в зубах, имеющих жизнеспособную пульпу, в частности, при невритах луночковых нервов и после анестезии. Такой эффект связан с воздействием анестетиков преимущественно на болевую чувствительность, а чувствительная при этом остаётся сохранной.

Данный метод может применяться в большинстве случаев. Не эффективен он в отношении зубов, покрытых металлическими или керамическими коронками. Наличие кардиостимулятора у пациента является абсолютным противопоказанием к проведению ЭОД.

Для определения электровозбудимости пульпы использовался аппарат «ПульпЭст». Для проведения исследования перемещения пациента не требуется, оно выполняется непосредственно в стоматологическом кресле. До проведения исследования зуб изолируется ватными тампонами, аккуратно высушивается от слюны. Пассивный электрод - «загубник» располагается за нижней губой пациента, а кончик «щупа» (активного электрода) касается чувствительной точки на зубе. На аппарате имеется дисплей, на котором отображаются текущие значения «диагностического» тока, проходящего через зуб. Кратковременное нажатие кнопки «Start/Stop» ведёт к плавному увеличению напряжения и идентификации на дисплее. Измерения сопровождаются прерывистым звуковым сигналом. При достижении болевой реакции у пациента, активный электрод убирался от исследуемого зуба и повторно нажималась кнопка «Start/Stop», при этом на

дисплее аппарата фиксировалось значение «диагностического» тока. Целесообразно выполнять 2-3 повторных измерения, чтобы исключить ошибочные реакции и убедиться в правильности показаний пациента. Данные, полученные в результате выполнения исследований, фиксировались в амбулаторной карте. На основании проведённых исследований был сделан вывод о жизнеспособности пульпы. Все зубы с некротизированной пульпой реагировали на токи выше 80 мкА. Интерпретация результатов измерений представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Среднестатистические данные ЭОД аппарата «ПульпЭст»

Значение диагностического тока, мкА	Диагноз	Увеличение значений ЭОД по отношению к физиологической норме
2-8	Интактный зуб	-
9-14	Кариес	В 2-3 раза
15-24	Глубокий кариес	В 3-4 раза
25-44	Пульпит	В 4-6 раз
45-80/реакции нет	Периодонтит	Более чем в 6 раз

Следующим этапом является препарирование кариозной полости или снятие дефектной пломбы (пломбы с нарушением краевого прилегания, рецидивом кариеса, сколами). Это позволяет определить форму кариозного процесса, спрогнозировать объем вмешательства.

Инструментальная обработка корневого канала зуба выполнялась в 2 этапа: сначала по методике Crown Down с использованием ручных К- и Н-файлами Pro-Endo (VDW, Германия) до 20 размера по ISO; после с применением ротационных инструментов ProTaper Universal (Dentsplay, США), скорость вращения 300–350 об/мин. Преимуществом методики является первичное расширение коронковой части канала, которое позволяет ввести эндодонтическую иглу достаточно глубоко в корневой канал и промыть его. Далее производится

обработка апикальной части, при которой распад пульпы разжижается и легко вымывается эндодотическими растворами. Доработка апикальной части канала проводилась ручными К- и Н-файлами Pro-Endo (Германия) до 35–40 размера по ISO. Вид ручных и машинных инструментов, применяемых при работе в корневых каналах представлен на рисунке 6



Рисунок 6 – Вид ручных и машинных инструментов, применяемых в эндодонтии

Определение длины корневых каналов и контроль препарирования в апикальной части проводилось апекслокатором стоматологическим DentaPort Root ZX Module Apexlocator RCM-EX J.Morita (Япония) (рисунок 7). Принцип работы его заключается в различном сопротивлении тканей зуба к электрическому току. Механизм апекслокатора основан на измерении значения сопротивления электрического тока мембраны апекса между двумя электродами – файлом и загубником. Процедура проводилась следующим образом: после изоляции зуба при помощи коффердама, препарирования, создания доступа к корневым каналам, экстирпации пульпы, промывания и высушивания, брался Н-файл №10 по ISO помещался в корневой канал, на губе располагался электрод («загубник»), на файле фиксировали второй электрод и включался прибор, файл медленно продвигали в сторону апекса, при достижении которого издавался звуковой сигнал, на дисплее прибора загорался красным «арех». Далее на файле отмечалась рабочая длина и измерялась при помощи эндодонтической линейки (рисунок 7).



А



Б

Рисунок 7

А – Апекслокатор стоматологический DentaPort Root ZX Module Apexlocator RCM-EX J.Morita (Япония)

Б – эндодонтическая линейка

По данным специализированной литературы, с которыми согласуются и результаты наших исследований, до сегодняшнего времени не разработано антисептических растворов, обладающих преимущественным бактерицидным действием в сравнении с другими. В поисках новых методов дезинфекции корневых каналов с учётом данных литературных источников мы изучили эффект воздействия итрий-скандий-галиево-гранатного (YSGG) твёрдотельного гидрокинетического лазера Waterlase iPlus с длиной волны 2780 нм (Er,Cr:YSGG) на микрофлору корневых каналов при лечении гнойного пульпита (K04.02) и некроза пульпы (K04.1), с последующим микробиологическим контролем. Гидрокинетический эффект заключается в том, что длина волны гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера 2780 нм совпадает с пиком поглощения энергии молекулами воды. При воздействии эрбий-хромовым лазером на молекулу воды, она получает дополнительную внешнюю энергию и огромный кинетический потенциал, происходит мгновенное закипание и резкое увеличение объёма молекулы. По сути, такой процесс представляет собой микровзрыв, за которым следует явление абляции (испарения, удаления) ткани. В таком случае испарение ткани значительно опережает распространение в ткани тепла. Также последствием «взрыва» молекулы воды является механическая сила быстрого

расширения воды, которая вызывает разделение поверхностного материала. Результатом воздействия является быстрое и качественное очищение системы корневых каналов. Использование гидрокинетического лазера позволяет обработать корневые каналы без нагревания тканей.

Для дезинфекции корневых каналов применяли волоконно-оптические насадки с радиальным излучением RTF-2 и RTF-3 диаметром 200 мкм и 300 мкм, соответственно. Конец насадки размещали на расстоянии 2 мм от апикального сужения или вне контакта со стенкой изогнутого корневого канала. На рисунке 8 представлена комплектация гидрокинетического лазера при лечении корневых каналов.

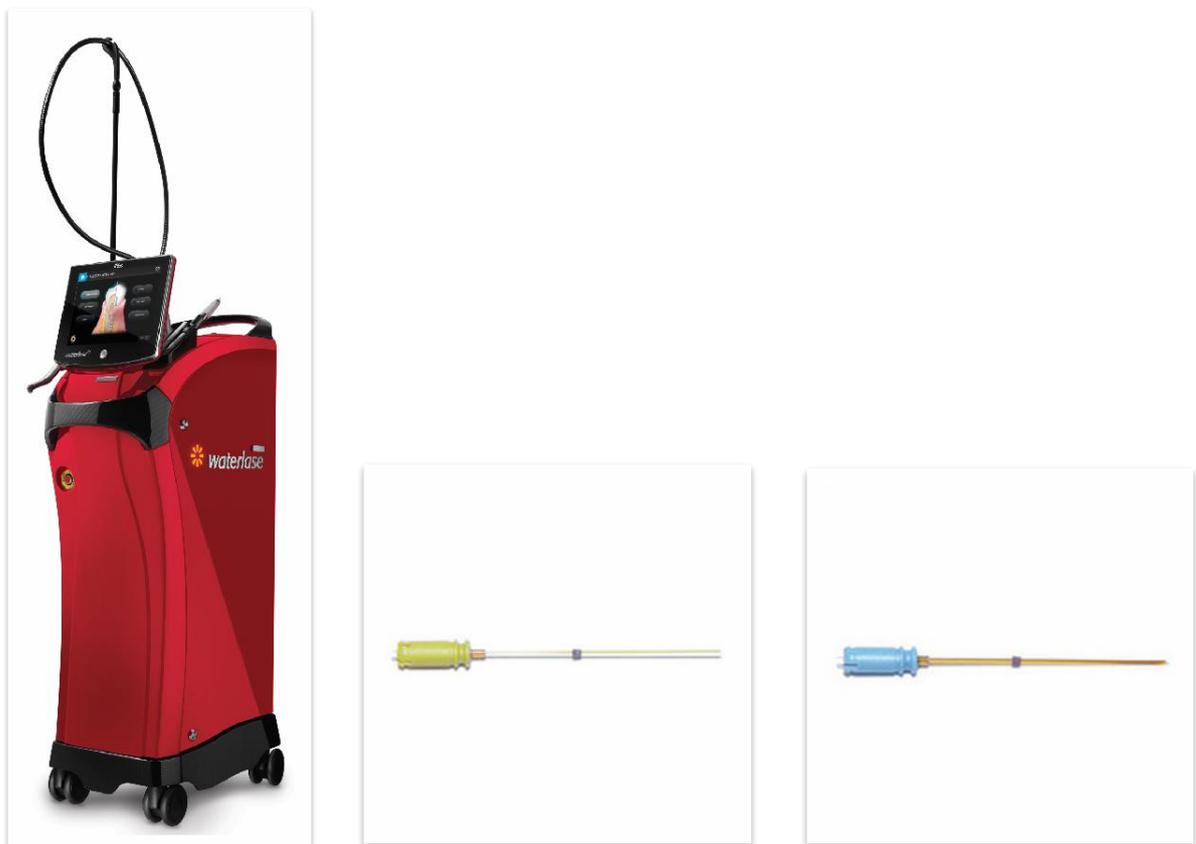


Рисунок 8 – Лазер Waterlase iPlus и волоконно-оптические насадки с радиальным излучением RTF-2 и RTF-3 (США)

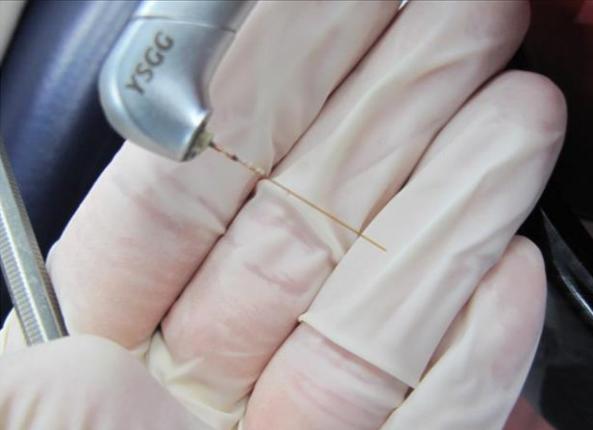
Нами применялся протокол эндодонтического лечения с помощью гидрокинетического эрбий-хромового лазера, в котором после расширения и формирования корневого канала до 35-40 размера файла по ISO дезинфекция

апикальной и частично, на 2/3, корональной области начиналась с насадки RTF-2. Насадку устанавливали в наконечник и выбирались настройки из приведённой ниже таблицы 7. Эта процедура выполнялась с 10% потоком воздуха и без подачи воды. Конец насадки размещали в корневом канале зуба на расстоянии 2 мм от апикального сужения, насадку перемещали в корональном направлении со скоростью примерно 1 мм/с. В течение всего процесса перехода от вершины к корональной области сохранялся контакт насадки с боковой поверхностью стенки канала, насадку перемещали аналогично движениям кисти при покраске. Обработка одного канала насадкой RTF-2 проводилась трижды. Для итоговой дезинфекции переходили к применению насадки RTF-3. настройки выбирались аналогичные при использовании насадки RTF-2. Насадку RTF-3 устанавливали на стыке апикальной и средней трети и перемещали в корональном направлении со скоростью примерно 1 мм/с. При достижении насадкой корональной части её повторно вводили в канал и повторяли обработку 3 раза. Параметры, использованные в ходе лечения, представлены в таблице 7. В таблице 8 представлено клиническое применение лазера.

Таблица 7 – Настройки гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 при дезинфекции корневых каналов

	Насадка	Мощность	Частота импульсов	Воздух	Вода
Дезинфекция	RTF2	1,25 Вт	20 Гц	10%	off
2 группа	RTF3	1,25 Вт	20 Гц	10%	off
3А группа					
Дезинфекция	RTF2	1,5 Вт	40 Гц	35%	25%
3 Б группа	RTF3	1,5 Вт	40 Гц	35%	25%

Таблица 8 – Применение гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера Waterlase iPlus в клинической практике

Фотопротокол	Описание
	<p>Устья корневых каналов 4.6 зуба, механически подготовленные для обработки гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером</p>
	<p>Насадка RTF-2 на наконечнике гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера</p>
	<p>Этап обработки корневых каналов зуба 4.6</p>

2.3. Лабораторные методы исследования

У пациентов всех групп проводили микроскопическое и бактериологическое исследование содержимого корневых каналов зубов до механической и медикаментозной обработки и перед постоянным пломбированием.

Для определения эффективности проводимого лечения и чувствительности флоры к антисептической обработке и к гидрокинетическому эрбий-хромовому лазеру определяли качественный состав микрофлоры корневых каналов.

Для получения достоверных результатов важную роль играет правильный забор исследуемого материала и его транспортировка. Значимым условием является забор достаточного количества материала непосредственно из очага воспаления. Так как микробный пейзаж каналов при пульпитах и некрозах пульпы по видовому составу мало отличается от микробного пейзажа полости рта и слюны, необходимо соблюдать правила асептики, антисептики и изоляции. Материал должен быть взят до начала антибактериальной обработки корневых каналов, поскольку это вызывает изменение микробного состава. Материал доставляли в лабораторию в тот же день с соблюдением правил биологической безопасности. К материалу всегда прилагался сопроводительный документ, в котором указываются ФИО пациента, номер амбулаторной карты, клинический диагноз. Материал у пациентов забирали дважды, в первый раз до начала антибактериальной обработки корневых каналов, второй раз – перед постоянной пломбировкой корневых каналов.

Первичным материалом для бактериоскопического исследования служили резецированная стерильным экскаватором №1 или экстирпированная пульпоэкстрактором корневая пульпа (рисунок 9), полученный стерильным эндодонтическим Н-файлом пломбировочный материал из корневых каналов зубов или мазки-отпечатки пульпы. Исследуемый материал тонким слоем распределяли на поверхности предметного стекла, высушивали и окрашивали 1%-ным водным раствором метиленового синего в течение 30 секунд, затем промывали проточной

водой, высушивали и исследовали под микроскопом. Это позволило определить количество элементов грибной и кокковой флоры в поле зрения. Обнаружение более 10 бластоконидий, псевдогиф или настоящих гиф в одном или нескольких полях зрения считалось положительным результатом. При хронической форме кандидоза, наблюдается наличие мицелиальных форм.

В течение многих лет представители рода *Candida* считались сапрофитными комменсалами, чаще всего обнаруживаемыми на коже и слизистых оболочках человека. Тем не менее некоторые виды рода, особенно *C. albicans*, в ряде ситуаций могут стать патогенными, поскольку могут вызывать патологические процессы.



Рисунок 9 – Пульпоэкстрактор с экстирпированной пульпой на предметном стекле

Представители рода *Candida* могут являться составом нормальной микрофлоры человека, в этом случае используется термин «носительство»; при этом число выросших колоний не будет превышать $10^2 - 10^3$ КОЕ/мл. Если количество колоний превышает это значение, но симптомы воспаления отсутствуют, это может быть обозначено как «повышенная колонизация». И, наконец, при появлении признаков раздражения слизистой оболочки, связанных с проникновением возбудителя в ткани, используется термин «инфекция», то есть кандидоз. Транспортная система со средой для грибов рода *Candida* представлена на рисунке 10.

Бактериологическое исследование проводилось для выявления и идентификации микроорганизмов и гриба рода *Candida*. Материалом служила коронковая пульпа зубов и содержимое корневых каналов. Забор материала проводился непосредственно у кресла больного и помещался в пробирку с жидкой средой Сабуро.

В лаборатории материал высевали на твёрдую питательную среду – глюкозно-пептонный агар Сабуро в чашках Петри путём растирания пластиковым шпателем. Засеянные чашки культивировали в течение 24 часов в термостате при температуре 37 ° С, затем подсчитывали выросшие колонии микроорганизмов. Идентификацию полученных культур проводили по типу роста на плотной среде, типам филаментации и образованию хламидоспор. Полученные результаты выражали в виде десятичного логарифма (lg) количества колониеобразующих единиц на миллилитр (КОЕ / мл).



Рисунок 10 – Транспортная система со средой для грибов рода *Candida*

2.4. Ретроспективный анализ заболеваемости гнойным пульпитом (K04.02) и некрозом пульпы (K04.1)

Проведён выборочный анализ 594 амбулаторных стоматологических карт (формы 43/у) за 2018–2019 годы с диагнозом пульпит (K04), из которых выявлено 147 пациентов с гнойным пульпитом и некрозом пульпы. В таблице 9 представлена частота встречаемости пульпита, осложнённого распадом пульпы.

Таблица 9 – Распространённость гнойного пульпита и некроза пульпы за 2018-2019 годы в клинике стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова

Диагноз, частота встречаемости, %		
Год	Гнойный пульпит	Некроз пульпы
2018	31 21,9%	44 29,94%
2019	45 30,61%	27 18,37%
Всего:	76 51,7%	71 48,3%

При анализе амбулаторных карт регистрировали жалобы пациентов, правильность постановки диагноза, наличие рентгенологического исследования до и после лечения, отдалённые результаты лечения.

По результатам анализа амбулаторных стоматологических карт получены данные о полноте заполнения медицинской документации, качестве выполнения лечебно-диагностических мероприятий, выявлены разного рода недостатки и ошибки тактики терапии, приводящие к неблагоприятным последствиям эндодонтического лечения.

2.5. Оценка качества проводимого эндодонтического лечения

Качество проведённого лечения корневых каналов при осложнённых формах кариеса определяли по следующим критериям Стоматологической ассоциации России по девяти пунктам, представленным на рисунке 11:

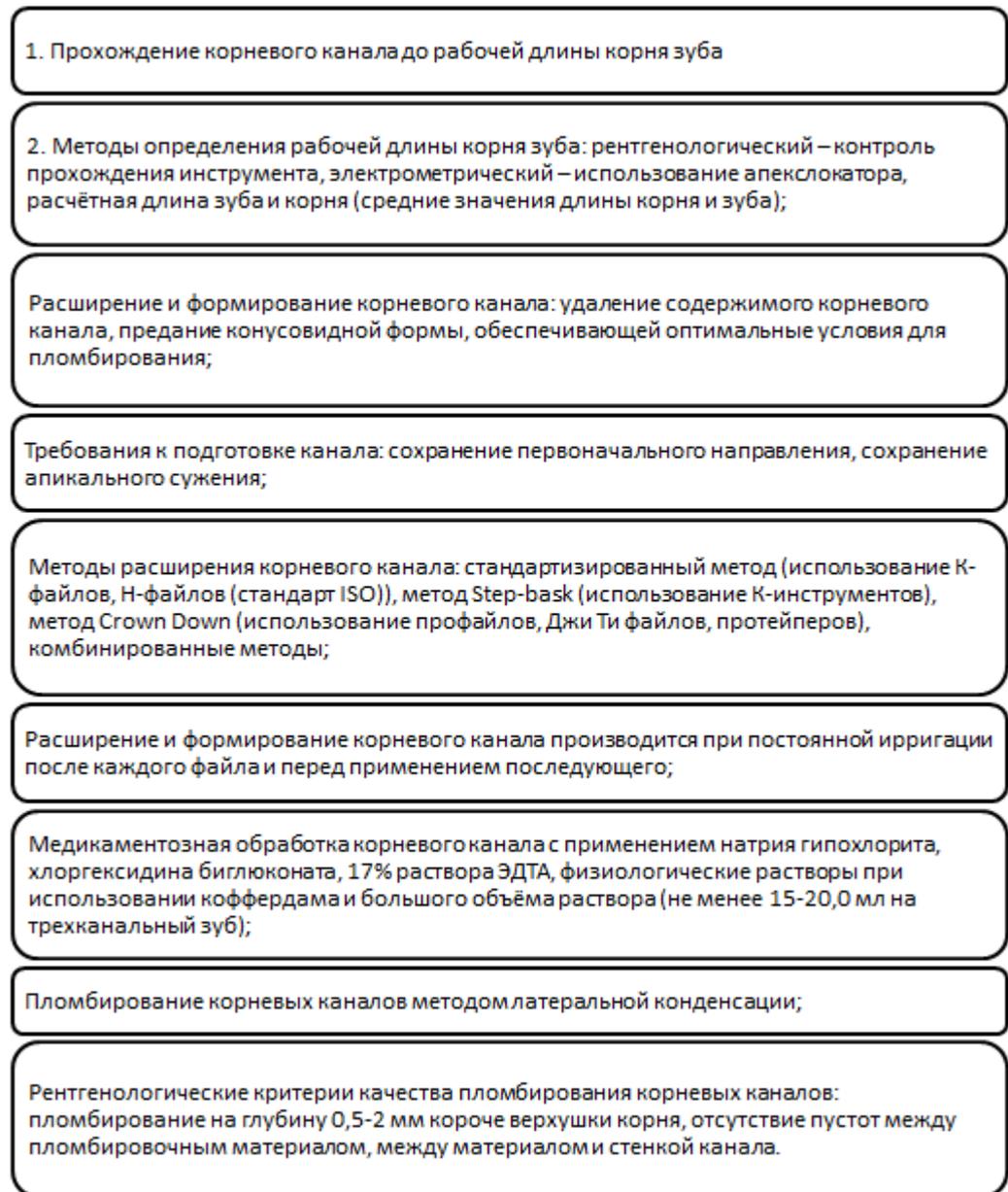


Рисунок 11 – Критерии Стоматологической ассоциации России

В процессе лечения эффективность эндодонтического лечения оценивается по отсутствию болей, закрытию/отсутствию свища, сохранении функции зуба, рентгенологическому контролю качества пломбировки корневых каналов.

В срок 2 года и более проводится оценка эффективности эндодонтического лечения. Основными критериями эффективности являются: отсутствие жалоб со стороны пациента, сохранность функции зуба, неизменный цвет зуба,

отсутствие признаков изменений периапикальных тканей на рентгенограмме, отсутствие отёка и свища, отсутствие признаков резорбции корня.

Рентгенологические характеристики неэффективного лечения определяются в течение 24 месяцев и более: появление деструктивных изменений пародонта, появление свища, увеличение деструктивных изменений, существовавших до лечения, воспалительные очаги до лечения через 2 года после – остались неизменными, клинические симптомы и рентгенологические данные противоречат друг другу.

2.6. Математическая обработка материала исследования

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, подвергались математической обработке с целью ответа на вопрос: является ли различие между средними значениями двух выборок просто различием между средними значениями двух выборок из одной и той же генеральной совокупности, или же оно отражает различия между математическими ожиданиями двух различных генеральных совокупностей.

Для того чтобы определить статистическую значимость эффективности использования лазера для обработки корневого канала и примыкающей к нему сети мелких канальцев от находящихся там микроорганизмов использовалось два подхода.

Первый подход заключался в том, чтобы определить статистическую значимость снижения частоты высеваемости каждого из выделенных изначально штаммов в корневом канале зуба до начала эндодонтического лечения и этого показателя после лечения.

При втором подходе определялась высеваемость всех вышеперечисленных штаммов микроорганизмов до лечения и после него при использовании разных методов воздействия на микрофлору корневых каналов зубов. В этом случае

определялось снижение частоты высеваемости всех выживших после обработки микроорганизмов с использованием лазера по сравнению со стандартным методом, при котором лазер не использовался.

Как в первом, так и во втором случае определялась относительная частота случайного события (высеваемости в %), рассчитывалась стандартная ошибка этой относительной частоты. После этого с помощью t-критерия Стьюдента определялась статистическая значимость различий высеваемости микроорганизмов при использовании разных методов дезинфекции корневых каналов зубов. В отдельных случаях вводилась поправка Йетса, предполагающая наличие ненулевого результата.

Обработка результатов проводилась в приложении MS Excel 2019.

Снижение частоты и уровня боли при надавливании на больной зуб определялось с использованием дисперсионного анализа. Статистическая значимость различия изменения показателей рассчитывалась при помощи LSD теста и 95% доверительных интервалов в программе Statistica-12. Различия считались статистически значимыми при вероятности нулевой гипотезе меньше 5% ($p < 0.05$).

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Результаты клинических методов исследования

Согласно последним научным данным eHOMD (expanded Human Oral Microbiom Database), во рту у человека, не страдающего патологиями органов полости рта, обитают 771 видов различных бактерий. Микроорганизмы колонизируют, помимо слизистых оболочек, на поверхности твёрдых тканей зуба, что приводит к развитию кариеса и его осложнениям, заболеваниям тканей пародонта. Проведение профессиональной гигиены полости рта предупреждает дополнительное инфицирование системы корневых каналов пациентов перед началом эндодонтического лечения и забора материала для микробиологического исследования (рисунок 12).



Рисунок 12 – Результат профессиональной гигиены полости рта

С пациентами, у которых был плохой и очень плохой уровень гигиены полости рта проводились повторные уроки гигиены и контролируемая чистка зубов, проводилась санитарно-просветительская работа.

Показатели электровозбудимости пульпы при гнойном пульпите у 29 пациентов были в пределах 35-44 мкА, у 28 в пределах 45-60 мкА (таблица 10).

Таблица 10 – Показания электроодонтодиагностики

Диагноз (МКБ-10)	Значение диагностического тока, мкА				
	9-14	15-24	25-44	45-80/реакции нет	
Гнойный пульпит (K04.02) 35-60	-	-	29 пациентов	28 пациентов	Всего
Некроз пульпы (K04.1) 60-100	-	-	-	49 пациентов	
Итого	-	-	29 пациентов	77 пациентов	106

Следует учитывать, что показатели аппарата ПульпЭст (Россия) соответствуют средним значениям изменения электровозбудимости зубов при различных патологических состояниях. Учитывая вариабельность показаний ЭОД для постановки окончательного диагноза, показания ЭОД сопоставляли с жалобами пациентов, данными анамнеза, результатами диагностического препарирования, прицельной рентгенографии. За нормальный показатель ЭОД у каждого конкретного пациента принимали индивидуальные значения ЭОД его интактных зубов, соседних или симметричных исследуемому зубу, а также зубов-антагонистов.

На последовательность применения диагностических мероприятий влияла внешняя характеристика причинного зуба, а именно: наличие кариозной полости, наличие пломбы, её состояние (наличие рецидива кариеса, нарушение краевого прилегания пломбы к тканям зуба).

Анализируя все перечисленные варианты внешних признаков причинных зубов, мы констатировали, что диагностическое препарирование позволяло определить чувствительность дентина или её отсутствие, что дало возможность судить о жизнеспособности пульпы. При обследовании зубов, имевших пломбы с рецидивом кариеса, в результате удаления пломбировочного материала обнаруживался вскрытый рог пульпы на большем или меньшем протяжении.

При объективном обследовании кариозной полости было установлено наличие классической кариозной полости у большинства пациентов, отмечалось значительное количество размягчённого пигментированного дентина, который легко удалялся экскаватором.

У 24 пациентов (42,1%) из 57 с диагнозом гнойный пульпит прицельное зондирование позволило обнаружить разлитую болезненность по всему дну, у 11 пациентов (57,9%) зонд проникал в полость зуба при зондировании, после чего отмечалось гнойное отделяемое, а пациент констатировал чувство облегчения. Пациенты с диагнозом некроз пульпы, это 49 пациентов (100%), отмечали безболезненность при зондировании входа в полость зуба, 27 пациентов (55,1%) отмечали болезненность при зондировании устьев корневых каналов, 22 пациента (44,9%) – в верхней трети корневого канала

Так как размер кариозной полости влияет на тактику лечения, нами учитывалось количество твёрдых тканей зуба, высота и толщина оставшихся стенок. Поэтому в исследование включались пациенты, зубы которых имели показания к терапевтическому методу восстановления без применения штифтов для армирования.

В ранее леченных зубах по поводу кариеса с качественной пломбой, дополнительные методы диагностики, такие как прицельная рентгенография и электроодонтометрия, становились основными.

Следующим этапом было проведение прицельной рентгенографии всем пациентам. На этих снимках мы анализировали вариабельность периодонтальной щели, размеры очагов деструкции костной ткани, степень прохождения и искривления корневых каналов и их количество.

3.2. Медико-статистическое обоснование применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при лечении осложнённых форм кариеса по результатам ретроспективного анализа медицинской документации

По результатам изучения обращаемости пациентов за стоматологической помощью по поводу кариеса, пульпита и периодонтита в клинику стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова с 2017 по 2019 год обращаемость возросла с 19211 до 30016 (36%), по поводу лечения пульпита на 16,21% (рисунок 13).

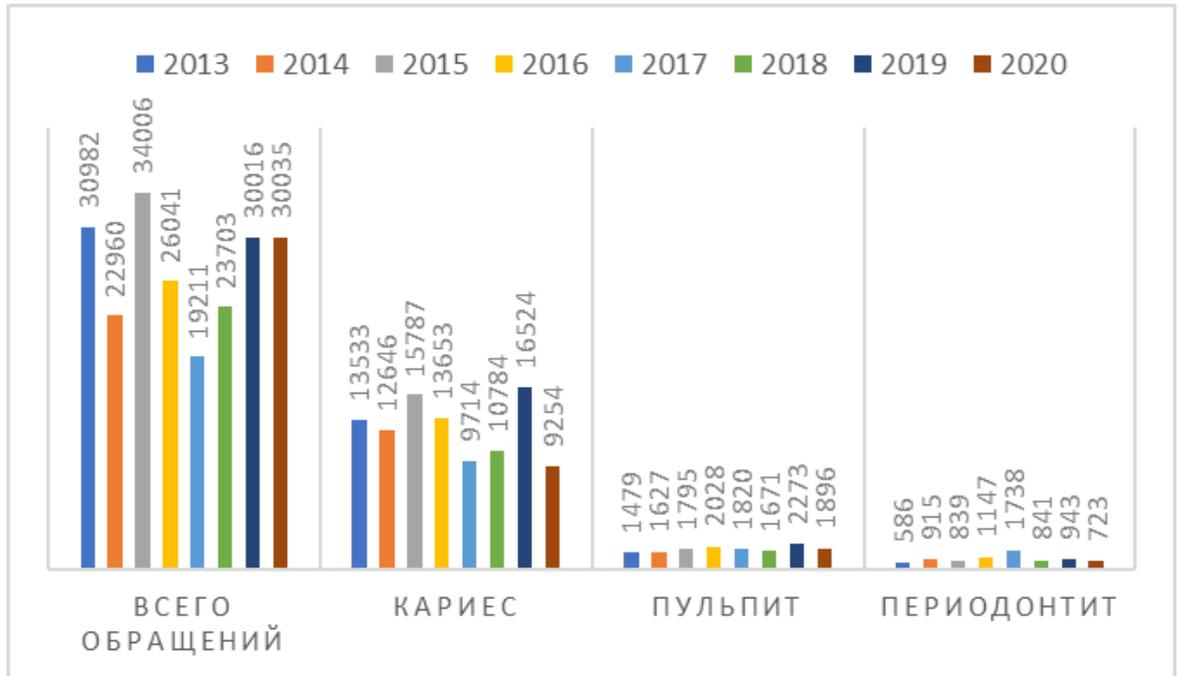


Рисунок 13 – Структура обращений за стоматологической помощью 2013–2020 гг.

В период с 2017 по 2019 года в клинике стоматологии кафедры общей стоматологии находились на лечении 6671 пациент по поводу пульпита, из которых с гнойным пульпитом (K04.02) – 332, некроз пульпы (K04.1) – 262. Ретроспективному анализу подверглись 594 амбулаторные карты пациентов, которым были поставлены соответствующие диагнозы, в зависимости от нозологических форм пациенты разделены на две группы. Первую группу составили пациенты с диагнозом гнойный пульпит (K04.02), вторую – некроз пульпы (K04.1) (таблица 11).

Таблица 11 – Распределение пациентов по нозологической форме, полу и возрасту

Нозологическая форма	Пол		Возраст		
	мужчины	Женщины	18-44	45-59	60-74
гнойный пульпит (K04.02)	184 30,98%	148 24,83%	130 21,8%	126 21,2%	76 12,8%
некроз пульпы (K04.1)	158 26,6%	104 17,51%	118 19,9%	90 15,2%	54 9,1%
Всего	594		248	216	130

Распространённость гнойного пульпита составила 4,98%, некроза пульпы 3,93% за последние 3 года от общего числа обращений по поводу лечения заболеваний пульпы. Количество законченных случаев по поводу гнойного пульпита и некроза пульпы отличалось в различных возрастных группах. Наиболее часто гнойный пульпит встречается у мужчин (30,98%) и женщин (24,84%) в возрастной группе 18-44 лет и составляет 21,8%. Некроз пульпы в 26,6% встречается у мужчин, у женщин в 17,51% и в возрастной группе 18-44 лет.

При оценке протоколов медикаментозной обработки корневых каналов выявлено следующее распределение используемых растворов: 2% раствор хлоргексидина биглюконата в качестве ирригационного раствора - 320 случаев, 3% раствор гипохлорита натрия – в 185 клинических случаев, 2% раствор хлоргексидина биглюконата + 3% раствор гипохлорита натрия + дистиллированная вода – 89 случаев.

Оценку качества эндодонтического лечения также определяли по внутриротовым рентгенограммам. С этой целью проанализированы 594 амбулаторных карт пациентов клиники стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова. В таблице 12 представлены основные показатели некачественного эндодонтического лечения и частота их выявления по данным внутриротовой

рентгенографии. На рисунке 14 приведены изображения часто встречающихся недостатков пломбирования корневых каналов.

Таблица 12 – Частота выявления некачественно проведённого эндодонтического лечения по данным анализа рентгенограмм амбулаторных карт

Качество пломбирования корневых каналов	Количество	
	Абсолютное	%
Пломбирование корневых каналов до апекса	306	51,52
Выведение пломбировочного материала за пределы апекса	72	12,12
Пломбирование корневых каналов не до апекса	168	28,28
Фрагментация эндодонтического инструмента в корневом канале	28	4,71
Перфорация	20	3,67



а – фрагментация эндодонтического инструмента в корневом канале

б – выведение пломбировочного материала за пределы апекса

в – перфорация

Рисунок 14 – Структура дефектов эндодонтического лечения

Проведённый ретроспективный анализ медицинской документации позволил выявить различного рода врачебные ошибки, которые привели к неблагоприятным исходам лечения осложнённых форм кариеса: недостаточная ирригация корневых каналов, выведение материала за апикальное отверстие, пломбирование не на всю длину корневого канала, фрагментация инструментов внутри корневого канала.

Улучшение качества лечения осложнённых форм кариеса в клиники стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова, в том числе при помощи внедрения новых методов, продолжает оставаться достаточно актуальным. Это связано с тем, что количество обратившихся пациентов за медицинской помощью в клинику стоматологии с каждым годом возрастает и, следовательно, доля лиц, нуждающихся в санации зубов среди пациентов, обратившихся за стоматологической помощью, за последние годы возрастает (рисунок 15).

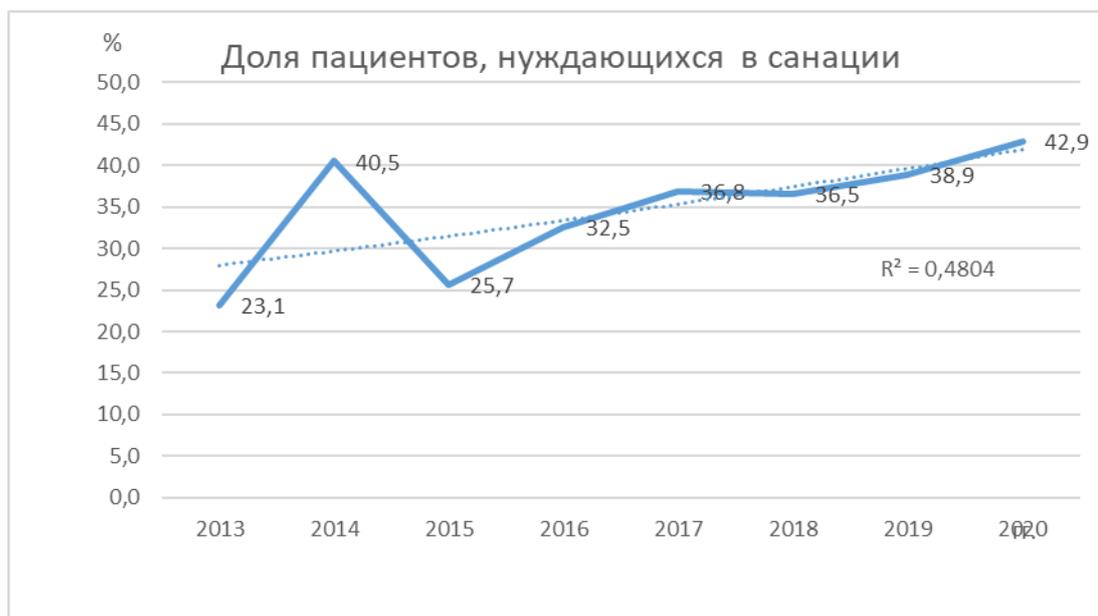


Рисунок 15 – Доля пациентов, нуждающихся в санации полости рта

Результаты исследования, представленного на рисунке 15 свидетельствуют, доля лиц, нуждающихся в санации полости рта среди прикреплённых на медицинское обслуживание пациентов и обратившихся за медицинской стоматологической помощью, увеличивается. Так, если в 2013 году доля нуждающихся в санации составляла $23,1 \pm 0,35\%$, то в 2020 году она увеличилась

на 85 % и составила $42,9 \pm 0,33\%$ ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд нуждаемости в санации при коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,48$) также показывает увеличение данных. Вместе с тем доля санированных среди нуждающихся наоборот снижается.



Рисунок 16 – Доля санированных лиц среди нуждающихся в санации

Из анализа результатов, представленных на рисунке 16, позволяют сделать вывод о снижении доли санированных пациентов из числа обратившихся в клинику стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова. Так, доля санированных пациентов в 2013 году составляла $29,3 \pm 0,20\%$, а в 2020 году она снизилась на 37 % и составила $18,6 \pm 0,15\%$ ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд нуждаемости в санации при значимом коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,65$) также показывает уменьшение данных.

Увеличение числа пациентов, нуждающихся в санации полости рта, на фоне снижения доли санированных в клинике стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова в прямой постановке вопроса указывает на необходимости использования современных технологий в лечении неосложнённых и осложнённых форм кариеса.

Одним из показателей эффективности терапевтического лечения пациентов является количество наложенных пломб при лечении неосложнённых и

осложнённых форм кариеса, обратившимся за медицинской стоматологической помощью. Рассмотрим изменение доли пациентов из числа лиц, кому были наложены пломбы (рисунок 17).



Рисунок 17 – Частота наложения пломб пациентам клиники стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова, обратившихся по поводу лечения зубов

В 2013 году доля пациентов из числа обратившихся в клинику стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова, которым были наложены пломбы, составляла $56,7 \pm 0,50\%$, то в 2020 году она снизилась на 29% и составила $40,4 \pm 0,35\%$ ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд доли пациентов клиники стоматологии, кому были наложены пломбы, при значимом коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,54$) также показывает уменьшение данных.

Если снижается время на постановку пломбы, то увеличивается время для проведения других лечебных мероприятий и в этом отношении для изменения негативного тренда, применять в схемах лечения гидрокинетический эрбий-хромовый лазер является актуальным.

Между тем, более важный показатель эффективности – это доля наложения пломб пациентам с кариесом и пульпитом (рисунок 18, 19).



Рисунок 18 – Частота наложения пломб при лечении неосложнённых форм кариеса в клинике стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова

В 2013 году доля пациентов из числа обратившихся в клинику стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова с диагнозом «кариес», которым были наложены пломбы, составляла $43,7 \pm 0,48\%$, то в 2020 году она снизилась на 30 % и составила $30,8 \pm 0,28\%$ ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд доли пациентов клиники стоматологии, кому были наложены пломбы при детерминации ($R^2 = 0,46$) также показывает уменьшение данных. Аналогичным образом в клинике стоматологии академии ВМедА им. С.М. Кирова снижается доля пломб, наложенных при лечении пульпита (рисунок 19).



Рисунок 19– Частота наложения пломб при лечении пульпита пациентам клиники стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова

Доля пациентов из обратившихся в клинику стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова с пульпитом в рассматриваемый период времени, которым были наложены пломбы, составляло в 2013 г. $4,8 \pm 0,07\%$ в 2020г. определилось повышение доли таких пациентов на 31% $6,3 \pm 0,09\%$ ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд доли пациентов клиники стоматологии при пульпите, кому были наложены пломбы в виде перевёрнутой U-образной кривой при значимом коэффициенте детерминации ($R^2=0,52$) говорит о различных тенденциях изменения данных.

Поскольку лечение пульпита – это работа с санацией системы корневых каналов зубов от органического содержимого и патогенных микроорганизмов, и если этой работе уделять больше времени, то доля времени на наложение пломб снижается. Поэтому можно с уверенностью сказать, что применение лазера при работе по санации системы корневых каналов зубов снизит время обработки зуба и соответственно увеличит долю времени на наложение пломбы при пульпите.

В то же самое время эффективность работы клиники стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова может быть оценена по снижению числа удалённых зубов среди пациентов, посетивших клинику стоматологии ВМедА им. С.М. Кирова в рассматриваемый период.



Рисунок 20 – Доля пациентов из числа обратившихся, которым были удалены зубы

Из анализа данных, представленных на рисунке 20 следует, что доля пациентов, которым в результате лечения были удалены зубы с 2013 по 2020 гг. увеличилась. Так, если в 2013 г. доля таких пациентов составляла $3,1 \pm 0,5\%$, то в 2020 г. определено увеличение показателя в более, чем в 5 раз и достигла $16,4 \pm 0,13\%$, ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд доли пациентов клиники стоматологии, кому были удалены один или несколько зубов при значимом коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,93$) также показывает увеличение данных.

Изменить образованный негативный тренд в увеличении числа удалённых зубов возможно с использованием гидрокинетического эрбий-хромового лазера. Эффективное удаление из системы корневых каналов зубов патогенной микрофлоры на этапе первичного и последующего лечения корневых каналов зубов, позволит улучшить отдалённые результаты.

Увеличивается доля пациентов с периодонтитами, пульпитами, полностью разрушенной коронковой частью зуба, которым были удалены зубы, представлены на рисунке 21, 22, 23.



Рисунок 21 – Доля пациентов из числа обратившихся, которым были удалены зубы при периодонтите

Анализ результатов исследования, представленных на рисунке 21, показал, что доля пациентов с периодонтитом, которым в результате лечения были удалены зубы с 2014 по 2020 гг. увеличилась. Так, если в 2014 г. доля таких пациентов составляла $3,0 \pm 0,2\%$, то в 2020 г. определено увеличение показателя в 2 раза до $6,2 \pm 0,5\%$, ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд доли пациентов клиники стоматологии, кому были удалены один или несколько зубов при значимом коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,66$) также показывает увеличение данных. Образованный тренд увеличения частоты удаления зубов при периодонтите может быть изменён при подключении к лечению дополнительных методов обработки корневых каналов зубов, в том числе эрбий-хромового лазера.



Рисунок 22 – Доля пациентов из числа обратившихся, которым были удалены зубы при пульпите

Доля пациентов, у кого был удалён зуб (зубы) в рассматриваемый период не увеличилась. Полиномиальный тренд описывается U-образной кривой с повышенным правым концом с низким коэффициентом детерминации ($R^2=0,64$), что указывает об увеличении показателя. Следует отметить, что удаление зуба при остром пульпите связано с глубоким поддесневым разрушением коронки зуба и зубов «мудрости», когда эндодонтическое лечение будет малоэффективно.

Рассмотрим динамику доли удалённых зубов по причине разрушения коронок в рассматриваемый период времени (рисунок 23).



Рисунок 23 – Доля пациентов клиники стоматологии академии, у кого были удалены зубы вследствие разрушения коронки зуба

Анализ результатов исследования, представленных на рисунке 23, показал, что доля пациентов с разрушенными коронками зубов, которым в результате лечения были удалены зубы (зуб) в период с 2013 по 2020 гг. увеличилась. Так, если в 2013 г. доля таких пациентов составляла $0,17 \pm 0,012\%$, то в 2020 г. определено увеличение показателя в 20 раз до $4,0 \pm 0,3\%$ ($p < 0,001$). Полиномиальный тренд доли пациентов клиники стоматологии, кому были удалены один или несколько зубов при разрушенных коронках при значимом коэффициенте детерминации ($R^2 = 0,84$) также показывает увеличение данных.

Увеличение количества удалений зубов связано с разрушенностью коронковой части зуба и невозможности восстановления её, а также с развитием зубозамещающих технологий, таких как дентальная имплантация.

Повышение эффективности лечения осложнённых форм кариеса, особенно при первичном лечении системы корневых каналов зубов, использование гидрокинетического эрбий-хромового лазера, позволит нивелировать негативные тренды, проявленные в период 2017-2020 гг. в клинике стоматологии академии.

3.3. Результаты лабораторных методов исследования

Результаты, которые мы получили при клинических методах исследования позволили нам перейти к анализу лабораторных методов исследования.

В своём исследовании мы применяли микробиологическое исследование с целью выявления грибкового компонента воспаления и идентификации микрофлоры содержимого корневых каналов (рисунок 24).

Посев на флору с определением чувствительности к антибиотикам

Метод: Микробиологический. Оборудование: Масс-спектрометр MALDI-TOF с системой идентификации микроорганизмов Viorug, Bruker Daltonics, США.

Выделенная флора	Streptococcus mitis
Результат:	обильный рост (10^6 и выше)
Норма:	1×10^6 и более
Патогенность:	Нормальная флора
Выделенная флора	Candida albicans
Результат:	умеренный рост ($10^4 - 10^5$)
Норма:	менее 1×10^4
Патогенность:	Условно-патогенная флора

Комментарий: **Наличие нормальной микрофлоры в клиническом материале, как правило, не требует санации антибактериальными препаратами.**

Комментарий: Данное исследование не предусматривает выделение анаэробной микрофлоры, вирусов, хламидий, а так же микроорганизмов, требующих особых условий культивирования, таких как Neisseria meningitidis, Neisseria gonorrhoeae, Bordetella pertussis, Bordetella parapertussis, Corynebacterium diphtheriae, Mycoplasma spp, Ureaplasma spp, Mycobacterium tuberculosis. При отсутствии роста диагностически значимой микрофлоры при бактериологическом посеве и наличии клинической картины, рекомендуется назначение дополнительных исследований.

Название/показатель	Зона подавления роста	Чувствительность
Чувствительность к антимикотическим препаратам		
Вид м/о	Candida albicans	
Вориконазол (Voriconazole)	27 мм	(S) Чувствителен
Флуконазол (Fluconazole)	29 мм	(S) Чувствителен

Комментарий: Интерпретация размеров зон задержки роста выполнена в соответствии с рекомендациями Clinical and Laboratory Standards Institute (M 44 – A2 «Method for Antifungal Disk Diffusion Susceptibility Testing of Yeasts; Approved Guidelines» 2009) и приняты Food and Drug Administration (FDA) стандартов производителя дисков «HiMedia Laboratories Pvt. Limited» (Индия).

Отчет создан: 16.03.2019 16:43:44

Заведующая лабораторией

Рисунок 24 – Данные микробиологического исследования содержимого корневых каналов на определение грибов рода Candida

Известно, что дрожжеподобные грибы сапрофитируют на слизистой оболочке полости рта, находятся в микробных ассоциациях, вызывая тем самым более тяжёлое течение основного заболевания. Их синергические взаимоотношения объясняются продукцией ростовых веществ, которые способствуют росту многих микроорганизмов. В результате формируется биологическая плёнка, располагающаяся на поверхности слизистой оболочки полости рта, на поверхности зубов, в системе корневых каналов, парадонтальных карманах. Процентное соотношение микроорганизмов, выделенных при бактериологическом исследовании содержимого из корневых каналов 106 пациентов до механической и медикаментозной обработки представлено в таблице 13.

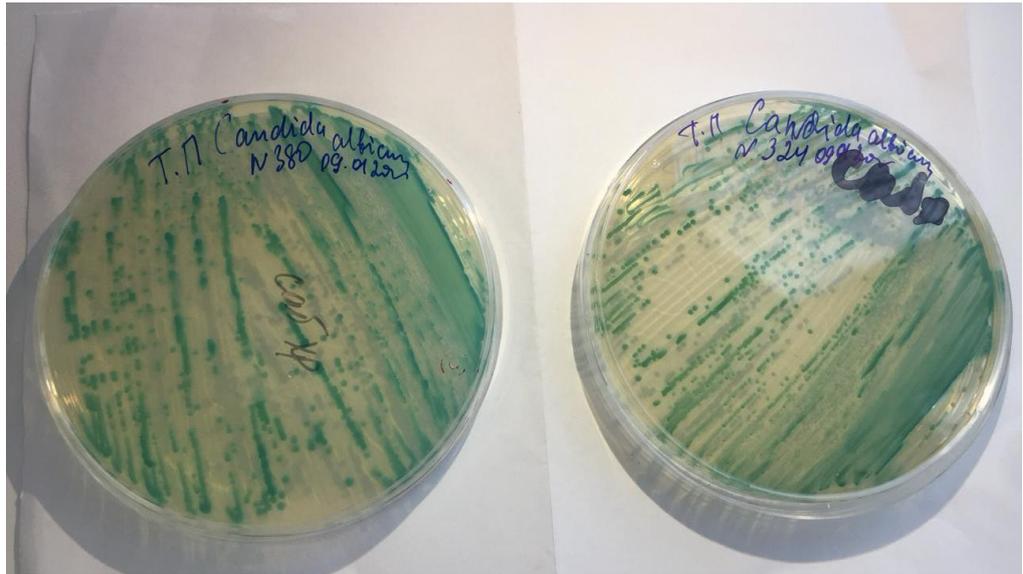
Таблица 13 – Результаты бактериологического исследования содержимого корневых каналов до биомеханической обработки (n=106)

Микрофлора	Частота встречаемости, % (до обработки корневых каналов)		Частота встречаемости, % (до обработки корневых каналов)			
	гнойный пульпит K04.02 n=57 абс./%	некроз пульпы K04.1 n=49 абс./%	1-я группа n=15 абс./%	2-я группа n=50 абс./%	3-группа n=41 абс./%	
					3 А n=18	3 Б n=23
Streptococcus spp.:						
Streptococcus viridans	11 19,3%	6 12,24%	5 33,3%	8 16%	2 11,1%	2 8,7%
Streptococcus mutans	9 15,8%	9 18,4%	4 26,7%	7 14%	3 16,7%	4 17,4%
Streptococcus salivarius	11 19,3%	8 16,32%	4 26,7%	8 16%	3 16,7%	4 17,4%
Streptococcus sangius	10 17,5%	12 24,5%	4 26,7%	10 20%	3 16,7%	5 21,7%
Streptococcus mitis	13 22,8%	17 34,69%	6 40%	11 22%	6 33,3%	7 30,4%
Streptococcus bovis	8 14,03%	3 6,12%	2 13,33%	6 12%	0	3 13%
Streptococcus intermedius	9 15,8%	9 18,37%	3 20%	9 18%	1 5,6%	5 21,7%
Staphylococcus spp.:						
Staphylococcus haemolyticus	9 15,8%	8 16,32%	3 20%	7 14%	3 16,7%	4 17,4%
Staphylococcus epidermalis	9 15,8%	7 14,28%	3 20%	7 14%	2 11,1%	4 17,4%
Staphylococcus aureus	12 21,05%	0	2 13,33%	6 12%	4 22,2%	0
Lactobacillus	5 8,77%	4 8,16%	2 13,33%	4 8%	1 5,6%	2 8,7%
Enterococcus spp.	10 17,54%	19 38,77%	5 33,33%	13 26%	4 22,2%	7 30,4%
Candida spp.	20 35,09%	25 51,02%	5 33,33%	17 34%	9 50%	14 60,9%
Peptostreptococcus spp.	25 43,86%	16 32,65%	6 40%	19 38%	8 44%	8 34,8%
Corinebacterium	7 12,3%	2 4,08%	1 6,66%	3 6%	3 16,7%	2 8,7%
Pseudomonas aeruginosa	1 1,75%	3 6,12%	1 6,66%	2 4%	0	1 4,3%
Neisseria spp.	15 26,31%	16 32,65%	3 20%	12 24%	5 27,7%	11 47,8%

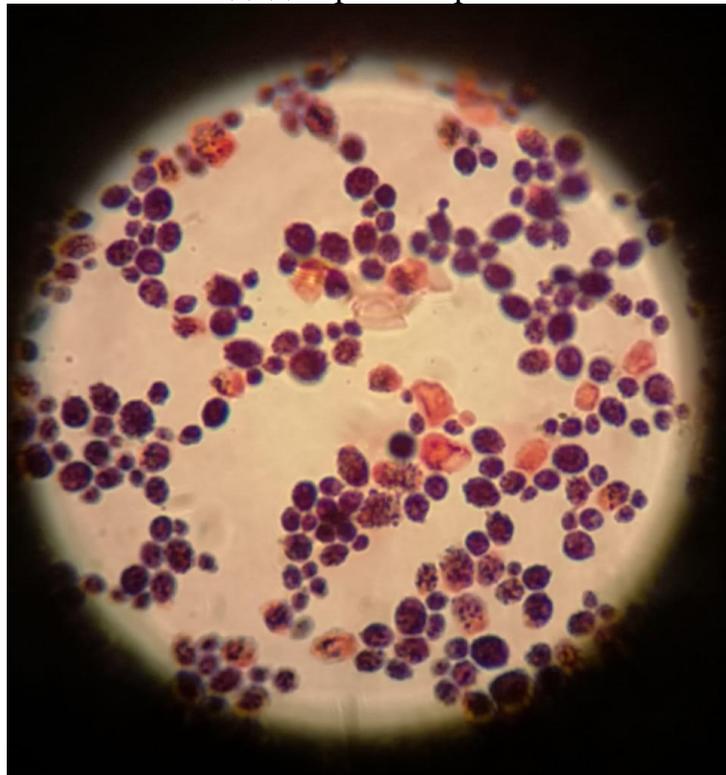
Данные, представленные в таблице 13, показывают изначально высокую контаминацию исследуемого материала корневых каналов до эндодонтического лечения представителями резидентной флоры полости рта. При микробиологическом исследовании определялось 7 штаммов *Streptococcus* spp., 3 штамма *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp., *Lactobacillus*, *Candida* spp., *Peptostreptococcus* spp., *Corinebacterium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Neisseria* spp.. При гнойном пульпите и некрозе пульпы выделяется идентичная в видовом отношении микробная флора, которая зачастую встречается в ассоциациях. При некрозе пульпы частота встречаемости грибов рода *Candida*, *Enterococcus* spp., *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mitis*, *Pseudomonas aeruginosa* выше, чем при гнойном пульпите. Необходимо отметить, что наличие выявленных ассоциаций микроорганизмов требует применения дополнительных методов дезинфекции системы корневых каналов зубов.

При бактериоскопическом исследовании 106 микроскопических препаратов содержимого корневых каналов выявлены дрожжеподобные грибы рода *Candida* в 45 случаях, из которых 20 случаев при гнойном пульпите и 25 при некрозе пульпы (рисунок 25-б). Изучение препаратов проводилось в 20-30 полях зрения. Зачастую грибы принимают участие в микробных ассоциациях, отягощая течение заболевания и способствуя более яркой клинической картине заболевания. В ротовой полости чаще всего встречаются следующие виды грибов рода *Candida*: *C.albicans*, *C.tropicalis*, *C.stellatoidea*, *C.krusei*, *C.parapsilosis*, *C.guilliermordii*, *C.glabrata*. Основным выделяемым видом является *C.albicans*.

Выделение, культивирование и идентификация дрожжевых грибов рода *Candida* проводились на среде Сабуро с добавлением хлорамфеникола или на хромогенной среде, что позволяет идентифицировать наиболее часто встречающиеся виды при первичном посеве по разнице в цвете колоний (рисунок 25 -а).



А – род дрожжеподобных грибов рода *Candida albicans* на хромогенной среде Кандида хром агар



В – Грибы рода *Candida* в мазке из корневых каналов, окраска по Грамму.
Рисунок 25 – Грибы рода *Candida*

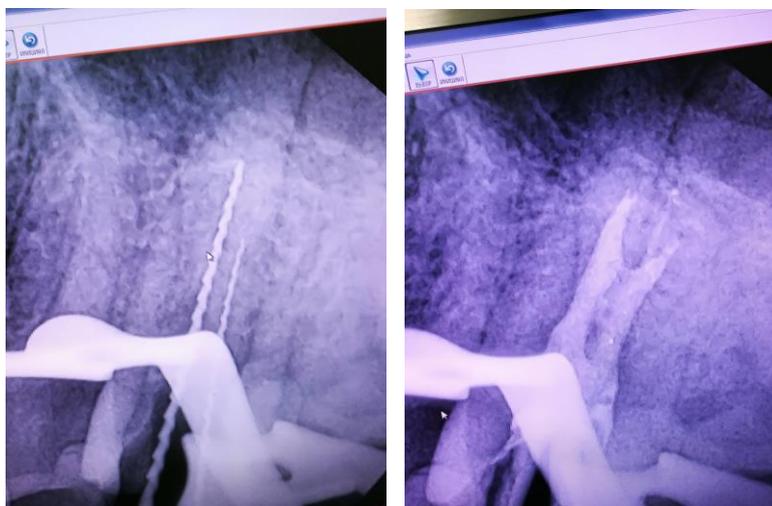
Таблица 14 – Результаты бактериологического исследования содержимого корневых каналов после механической и медикаментозной обработки (n=106)

Микрофлора	Частота встречаемости, % (после обработки корневых каналов)		Частота встречаемости, % (после обработки корневых каналов)			
	гнойный пульпит K04.02 n=57 абс./%	некроз пульпы K04.1 n=49 абс./%	1-я группа n=15 абс./%	2-я группа n=50 абс./%	3-группа n=41 абс./%	
					3 А n=18	3 Б n=23
Streptococcus mitis	1 1,75%	1 2,04%	2 13,33%	-	-	-
Streptococcus intermedius	-	1 2,04%	1 6,66%	-	-	-
Candida albicans	1 1,75%	2 4,1%	2 13,33%	-	-	-
Candida krusei	-	1 2,04%	1 6,66%	-	1 5,5%	-
Enterococcus spp.	1 1,75%	1 2,04%	2 13,33%	-	-	-
Corinebacterium	1 1,75%	-	1 6,66%	-	-	-

В соответствии с поставленными целями и сформулированными задачами диссертационного исследования, нами проводился поиск дающих более стабильные отдалённые результаты способов влияния на микрофлору каналов корней зубов при терапии осложнённых форм кариеса. Результаты проведённых исследований позволяют сделать вывод о том, что ожидаемый противогрибковый и противомикробный эффекты не всегда достигаются при использовании современного протокола ирригации корневых каналов.

Результаты проведённого бактериологического исследования содержимого корневых каналов после их механической и медикаментозной обработки

демонстрируют устойчивость *Streptococcus viridans*, *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Candida spp.*, *Enterococcus spp.*, *Corinebacterium* к традиционным методам механо-медикаментозной обработки каналов, применяемых в первой группе. Во второй группе и третьей Б группе эрбий-хромовый лазер (длина волны 2780 нм) в комплексной биомеханической обработке и обработке с предложенными нами параметрами позволяет добиться антибактериальной деконтаминации системы корневых (таблица 13). В третьей А-группе метод обработки канала Er,Cr:YSGG лазером и дистиллированной водой оказался не эффективным в отношении *Candida krusei* в одном клиническом случае. Этот результат может быть связан со сложной анатомией корня зуба, когда имеется большая кривизна канала, наличие большого количества анастомозов, что затрудняет расположить волоконно-оптические насадки с радиальным излучением RTF-2 и RTF-3 внутри корневого канала и повышает риски перфорации стенки корня зуба (рисунок 26).



1.5 зуб



1.8 зуб

Рисунок 26 – Сложное анатомическое строение корней и каналов зубов

Можно сделать вывод, что использование дистиллированной воды в качестве ирригационного раствора и эрбий-хромового лазера (длина волны 2780 нм) при лечении осложнённых форм кариеса в одно посещение способствует элиминации грибов рода *Candida*, но при благоприятных анатомических условиях корневых каналов. При выборе протокола лечения с применением Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм необходимо учитывать анатомию корневых каналов.

При микробиологическом исследовании содержимого корневых каналов грибы рода *Candida* 2 и 3 группы были обнаружены у 40 пациентов (43,96%) до комплексной биомеханической обработки. При сборе анамнеза жизни было установлено наличие сахарного диабета, приём антибиотиков без назначения врача, перенесённые простудные заболевания 1-2 месяца назад, приём гормональных препаратов, использование съёмных протезов, травмирующие слизистую оболочку.

На основании данных, полученных в результате микробиологических исследований, следует заключение о высоком антимикробном и фунгицидном эффекте обработки корневых каналов излучением гидрокинетического эрбий-хромового лазера с длиной волны 2780 нм в режиме, предложенном нами: 2780 нм, мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц во второй и третьей группе. Разработанные нами параметры оказали более выраженное элиминирующее действие на микроорганизмы, чем другие виды антибактериальной обработки.

3.4. Отдалённые результаты клинического применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при лечении гнойного пульпита в одно посещение

Эффективность проведённого эндодонтического лечения пациентов с осложнёнными формами кариеса определяли в сроки 1, 3, 6 месяцев, 1,5 года. Оценка отдалённых результатов проводилась по следующим критериям: качество obtурации корневых каналов, наличие или отсутствие воспалительных процессов в области леченого зуба (болезненная перкуссия, отёк и гиперемия по переходной складке, патологическая подвижность зуба, наличие свища в проекции верхушки корня), наличие или отсутствие периапикальных изменений или признаки восстановления костной ткани.

При анализе результатов проведённого лечения проводились основные и дополнительные методы исследования. Это было необходимо так как пациенты не предъявляли никаких жалоб на раннее вылеченный зуб. При объективном осмотре слизистая оболочка в области леченого зуба была бледно-розового цвета без патологических изменений, перкуссия зуба безболезненна, пальпация в области по переходной складке также безболезненна, реставрация без сколов, герметизм корневых каналов не нарушен (рисунок 27, 28).

Рентгенологически эффективность эндодонтического лечения на этапе лечения определяется obtурацией корневых каналов до верхушки корня. Рентгенологическая характеристика неэффективного эндодонтического лечения определяется в сроки 24 месяца и больше и характеризуются: отсутствием положительной динамики в периодонте (периапикальные изменения остались без изменений или увеличились), а также когда клинические симптомы и рентгенологические данные находятся в противоречии (Стэл, №1, 2003).

На рисунке 27 продемонстрирована отрицательная динамика лечения пациента 3-А клинической группы, некроз пульпы которого был ассоциирован с дрожжеподобными грибами рода *Candida*. При клиническом обследовании пациент жалоб не предъявлял, слизистая была бледно-розового цвета, перкуссия зубов безболезненна. Рентгенологически определяется отсутствие заживления деструкции костной ткани. Пациент был направлен в хирургическое отделение.



До лечения



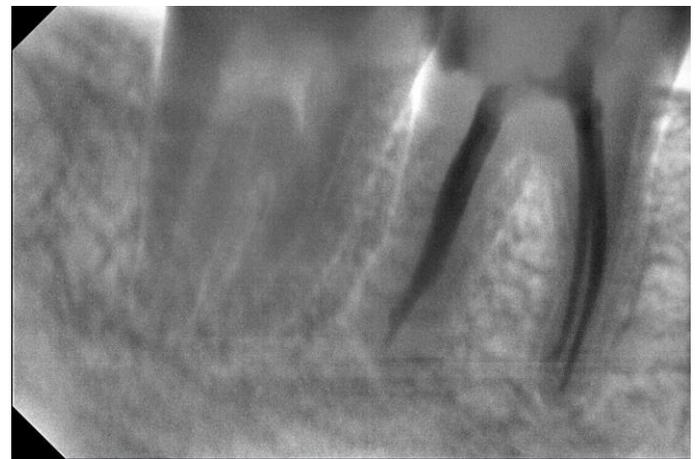
1 год после лечения



Рисунок 27 – Рентгенография 2.1, 2.2, 2.3 зубов пациента К. с диагнозом некроз пульпы из 3-А группы



А - после лечения



Б - через 1 год после лечения

Рисунок 28 – Прицельная рентгенография 46 зуба пациента И. с диагнозом гнойный пульпит из 3-Б группы

3.5. Оценка болевого синдрома до и после эндодонтического лечения пациентов с диагнозом гнойный пульпит и некроз пульпы

При анализе данных, полученных в ходе лечения 106 пациентов, не выявлено каких-либо значительных осложнений и нежелательных реакций, за исключением болезненности при резком нажатии на зуб у части пациентов, при этом отёка по переходной складке и гиперемии не отмечалось.

До начала лечения причинного зуба 85 из 106 пациентов отмечали болезненность при накусывании на зуб, этот симптом является характерным при гнойном пульпите и некрозе пульпы. После проведённого эндодонтического лечения у 20 (18,9%) пациентов сохранялась болезненность при нажатии на зуб, из которых 12 были пациенты третьей группы (таблица 15).

Важным показателем эффективности проведённого лечения является оценка интенсивности боли, которую оценивали по цифровой рейтинговой шкале боли (NRS) до и после эндодонтического лечения зубов. Шкала представляет собой горизонтальную или вертикальную цифровую прямую. Пациенту предлагалось на ней отметить цифру, соответствующую интенсивности испытываемой им боли, где 0 = отсутствие боли, 10 = невыносимая боль (рисунок 29).

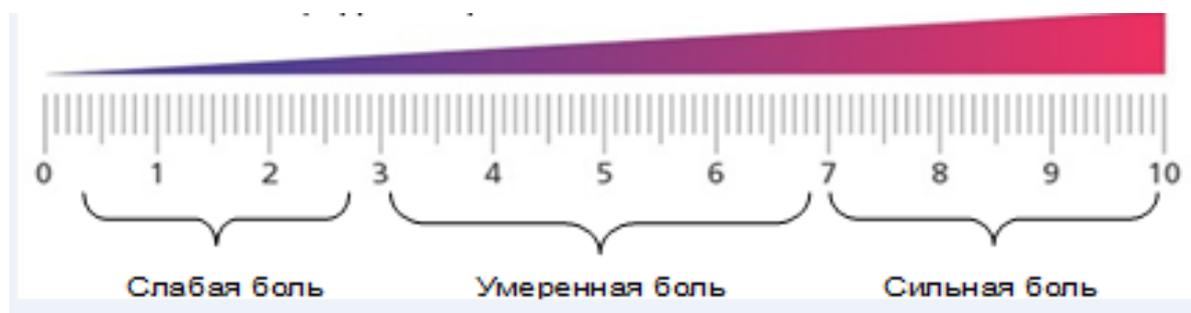


Рисунок 29 – Цифровая рейтинговая шкала боли (NRS)

Таблица 15 – Частота жалоб пациентов на боль при накусывании до и после эндодонтического лечения в разных клинических группах

1-Группа N=15		2-Группа N=50		3-Группа N=41			
				3А-Группа N=18		3Б-Группа N=23	
до	после	до	после	до	после	до	после
12	5	40	3	16	4	17	8
80±10%	33,3±12,5%	80±10%	6,0±3,3%	88,9±7,6%	22,2±0,10%	73,9±9,3%	34,8±0,1%
среднее значение уровня боли							
4,5±0,7	0,93±0,37	4,62±0,4	0,18±0,1	4,7±0,52	0,5±0,2	3,4±0,5	0,86±0,3

Анализ данных, представленных в таблице 15 показал, что во всех группах в большинстве случаев у пациентов всех групп регистрировалась боль при накусывании на больной зуб. В первой и второй группах частота появления боли определялась на уровне 80±10 %, в 3-А и 3-Б – 88,9±7,6% и 73,9±9,3% соответственно. После проведённого лечения регистрировалось снижение частоты болей у пациентов всех групп. Так, в первой, а также в группах 3-А и 3-Б боли при надкусывании сохранялись в 33,3±12,5%, 22,2±0,10% и 34,8±0,1% соответственно. Но во второй группе боль при накусывании осталась только у 6,0±3,3% пациентов. Различия частоты сохранения болей у пациентов 1 и 3-Б группой после проведённого лечения статистически значимы при $p < 0,05$ (рисунок 30).

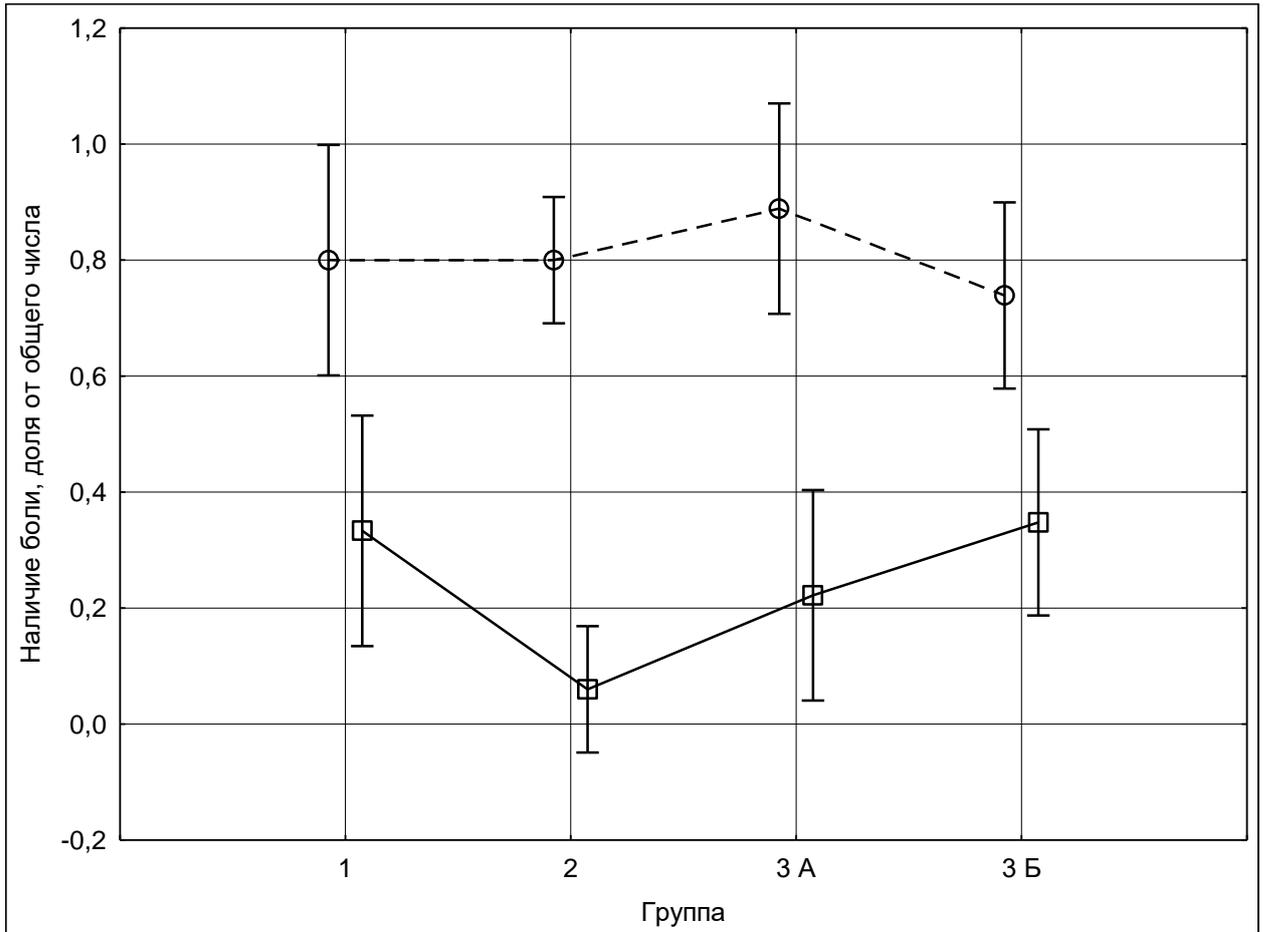


Рисунок 30 – Различия частоты сохранения болей у пациентов после проведённого эндодонтического лечения

Во второй группе пациентов определяется и более выраженное снижение, не только частоты боли, но и её выраженности (интенсивности) или, говоря другими словами, уровня боли. Результаты представлены на рисунке 31.

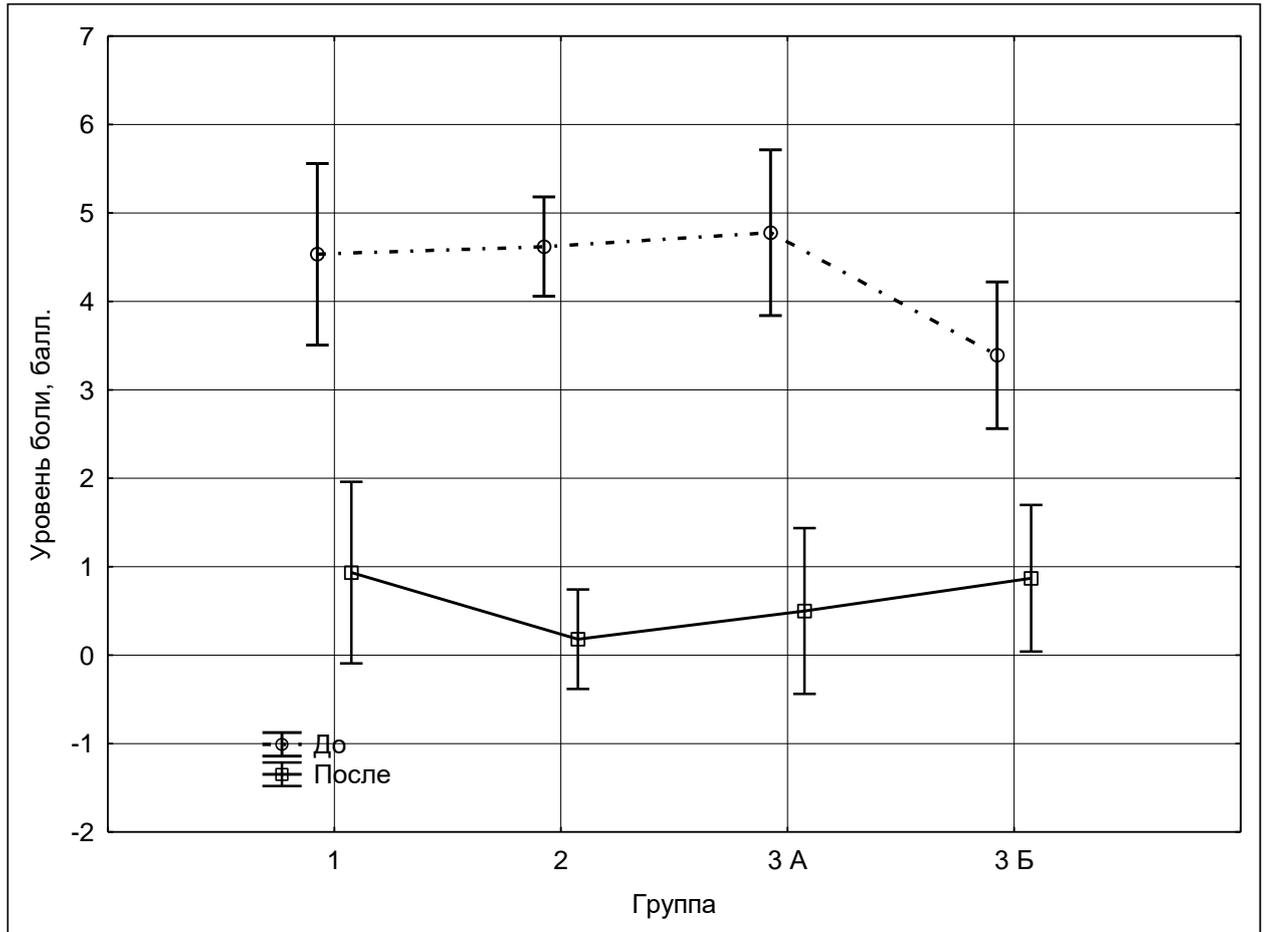


Рисунок 31 – Выраженность (интенсивность) болей при накусывании на зуб у пациентов до и после проведённого эндодонтического лечения

Из анализа результатов, представленных на рисунке 31 – следует, что у пациентов всех групп выраженность болей по десятибалльной шкале до лечения находилась в интервалах 3,4-4,7 баллов. Для 1-3 групп показатели распределились следующим образом $4,5 \pm 0,7$ балл, $4,62 \pm 0,4$ балл, $4,7 \pm 0,52$ балл, $3,4 \pm 0,5$ балл соответственно.

После проведённого лечения выраженность (интенсивность болей) снизилась до $0,93 \pm 0,37$ баллов, $0,18 \pm 0,1$ баллов, $0,5 \pm 0,2$ баллов, $0,86 \pm 0,3$ соответственно. Также, как и при анализе частоты болей во второй группе определяется более выраженное снижение интенсивности болей. Так, если величина снижения уровня (интенсивности) болей для второй группы составила $4,44 \pm 0,7$ баллов, то для всех остальных групп эти показатели несколько ниже:

первой группы $3,6 \pm 0,66$ баллов, третьей А $4,3 \pm 0,62$ баллов, и, наконец в третьей Б – $2,5 \pm 0,58$ баллов. При этом определяется статистическая значимость различий между снижением показателя во 2-й и 3-Б группы при $p < 0,05$.

Анализируя полученные данные, можно сделать заключение, что эндодонтическое лечение, выполненное в трёх клинических группах, оказало выраженное противовоспалительное действие, пациенты отмечали слабый уровень боли (0-3) при накусывании на леченный зуб. Наиболее выраженное снижение уровня боли наблюдалось во второй клинической группе, в которой было сочетанное применение стандартного протокола и эрбий-хромового лазера с длиной волны 2780 нм с заводскими параметрами. В этой клинической группе 15 пациентов характеризовали боль как сильную по шкале NRS. В третьей клинической группе из 41 пациента 9 отмечали сильную боль (7-9), 24 на умеренную (3-6) по шкале NRS при накусывании на причинный зуб. После лечения боли при накусывании сохранились у 12 пациентов, но интенсивность её значительно уменьшилась, что говорит о самостоятельном высоком противовоспалительном действии гидрокинетического лазера. У четырёх пациентов первой группы была сильная боль при накусывании на зуб, остальные отмечали умеренную болезненность, после лечения пациенты отмечали уменьшение боли до умеренной и слабой.

Основываясь на динамике изменения болезненности при накусывании на зуб у пациентов трёх групп, следует сделать заключение, что гидрокинетический эрбий-ромовый лазер Waterlase iPlus (Er,Cr:YSGG) обладает выраженным противовоспалительным действием, в большей степени при лечении пациентов в два посещения (2-группа).

ГЛАВА 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Проведено сравнительное исследование клинической эффективности лечения 106 пациентов с гнойным пульпитом (K04.02, n=57) и некрозом пульпы (K04.1, n=49) в зависимости от протокола эндодонтического лечения.

Успешный долгосрочный прогноз эндодонтического лечения зависит от внутри- и внекорневых факторов, а сам процесс такого лечения является трудо- и энергоёмким. Внутрикорневые факторы включают в себя сложность строения системы корневых каналов зубов, инфицирование разнообразной микрофлорой, её устойчивостью и способностью к организации в биоплёнку. Внекорневые факторы, влияющие на прогноз, могут быть следующие: экстрарадикулярная инфекция, «истинные» кисты, эндо-пародонтальные поражения, резорбция корня, реакция периапикальных тканей на инородное тело (эндогенного или экзогенного происхождения) и ятрогенные факторы (возникающие в процессе препарирования, ирригации корневого канала), токсическое и раздражающее свойства обще применяемых препаратов.

Удаление некротизированных тканей пульпы из системы корневых каналов является одним из важнейших этапов в эндодонтическом лечении. Сложность этого этапа связана с анатомическим строением корневых каналов, способствующей росту, размножению и взаимодействию микроорганизмов. Поэтому отдалённый результат зависит от качества удаления остатков тканей пульпы из боковых канальцев, анастомозов и дезинфекции этих участков. В дополнение к общепринятым механическим и медикаментозным средствам в клиническую практику эндодонтического лечения внедрено применение излучения Er,Cr:YSGG гидрокинетического лазера Waterlase iPlus с длиной волны 2780 нм для дезинфекции системы корневых каналов.

Количественный и качественный состав микрофлоры системы корневых каналов зависит как от местных факторов (активности и выраженности

воспалительного процесса в тканях периодонта и пульпы), но и от общего состояния и реактивности организма. Безусловное влияние оказывают состояние тканей пародонта и слизистой оболочки полости рта, уровня гигиены полости рта, наличия и состоятельности пломб, наличия и качества ортопедических конструкций. Даже нарушения прикуса могут оказывать влияние на состав микрофлоры. На разных этапах лечения гнойного пульпита и некроза пульпы нами были выявлены некоторые изменения количественного и качественного состава микрофлоры корневых каналов.

Микробный пейзаж корневых каналов зубов при гнойном пульпите (K04.02) и некрозе пульпы (K04.1) включал аэробные и факультативноанаэробные кокки, в первую очередь – стафило- и стрептококки; среди анаэробных микроорганизмов ключевая роль принадлежит лактобактериям. Спектр микрофлоры при гнойном пульпите (K04.02) и некрозе пульпы (K04.1) различается незначительно.

4.1. Исследование эффективности применения гидрокинетического лазера для биомеханической обработки корневых каналов при эндодонтическом лечении осложнённых форм кариеса

Обработка корневых каналов зуба традиционно проводится при помощи хлорсодержащих растворов. Однако после такой обработки добиться стерилизации системы корневых каналов не удаётся. Такой эффект связан с тем, что в дентинных канальцах, соединённых с основным корневым каналом, остаются частицы пульпы и микроорганизмы, которые в дальнейшем могут провоцировать развитие осложнения в виде периодонтита. Между тем был предложен метод дезинфекции системы корневых каналов гидрокинетическим лазером. В этой связи важно было рассмотреть вопрос относительно эффективности вновь предложенного метода не только как усиление традиционного метода в качестве дополнения к нему, но и самостоятельного метода подавления микрофлоры в системе корневых каналов при осложнённых

формах кариеса. В данном разделе сопоставляются антимикробная эффективность 4 методов биомеханической обработки системы корневых каналов. Для исследования эффективности этих методов были задействованы пациенты 4-х клинических групп. У пациентов первой группы для обработки корневых каналов зубов использовали стандартный метод дезинфекции хлорсодержащими препаратами. Пациентам второй группы наряду с дезинфекцией хлорсодержащими препаратами корневые каналы зубов обрабатывали лучом гидрокинетического лазера. Пациентам третьей группы – 3А дезинфекцию корневых каналов зубов проводили гидрокинетическим лазером, как и в предыдущей группе, с использованием заводских настроек. И, наконец, пациентам четвертой группы – 3Б обработку каналов зубов проводили лучом гидрокинетического эрбийх-ромового лазера увеличенной частоты и мощности.

4.1.1. Исследование эффективности применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм в качестве усиления традиционного метода обработки корневых каналов зубов.

Для того, чтобы решить вопрос перспективности использования гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм в качестве дополнительного усиления дезинфицирующих свойств хлорсодержащих препаратов был проведён эксперимент, в котором у пациентов с гнойным пульпитом и некрозом пульпы проводилась механическая и медикаментозная обработка системы корневых каналов традиционным методом (контрольная группа – 1 группа) и предложенный нами методом (экспериментальная группа – 2 группа), при котором в дополнении к традиционному методу добавлено облучение системы корневых каналов лучом гидрокинетического эрбийх-хромового лазера.. В двух группах исследовались частота высеваемости микроорганизмов всех штаммов до и после медикаментозной и механической обработки, а также доля выживших микроорганизмов из числа высеянных до обработки штаммов. Число высеянных

штаммов микроорганизмов до обеззараживания ранее было представлено в таблице 13 предыдущего раздела. В таблице 16 представлено число случаев высеваемости микроорганизмов и их частота до и после биомеханической обработки системы корневых каналов зуба традиционным способом с использованием только лишь антисептических растворов.

Таблица 16 – Частота высеваемости микроорганизмов из корневых каналов зубов до и после механической и медикаментозной обработки его стандартным методом в первой группе(n=15)

№ п/п	Микрофлора	До обработки		После обработки	
		Число высеянн ых бактери й	Частота высеваемост и микроorganiz мов %	Число высеянн ых бактерий	Частота высеваемости микроorganiz мов %
1.	<i>Streptococcus viridans</i>	5	33,3±12,2	0	0*
2.	<i>Streptococcus mutans</i>	4	26,7±11,1	0	0
3.	<i>Streptococcus salivarius</i>	4	26,7±11,1	0	0
4.	<i>Streptococcus sanguis</i>	4	26,7±11,1	0	0
5.	<i>Streptococcus mitis</i>	6	40±12,1	2	13,3±8,7
6.	<i>Streptococcus bovis</i>	2	13,3±8,8	0	0
7.	<i>Streptococcus intermedius</i>	3	20±10,3	1	6,6±6,4
8.	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	3	20±10,3	0	0
9.	<i>Staphylococcus epidermalis</i>	3	20±10,3	0	0
10.	<i>Staphylococcus aureus</i>	2		0	0
11.	<i>Lactobacillus</i>	2	13,3±8,8	0	0
12.	<i>Enterococcus spp.</i>	5	33,3±12,2	2	13,3
13.	<i>Candida spp</i>	5	33,3±12,2	3	20±10,3
14.	<i>Peptostreptococcus spp.</i>	6	40±12,1	0	0
15.	<i>Corinebacterium</i>	1	6,6±6,5	1	6,6±6,5
16.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	6,6±6,5	0	0
17.	<i>Neisseria spp.</i>	3	20±10,3	0	0
18.	Всего	59		9	
19.	Среднее значение	3,5		0,6	

Примечание: * Различия статистически значимы при $p < 0.05$

Из анализа данных, представленных в таблице 16 следует, что до обработки корневых каналов зубов хлорсодержащими растворами высевались 59 микроорганизмов из 17 штаммов. В среднем 3,5 микроорганизма на один корневой канал зуба. При этом частота высеянных микроорганизмов каждого штамма находилась в пределах 6,6—40%. Самая высокая частота высеваемости до стандартной обработки канала определялась у микроорганизмов группы: *Streptococcus mitis* и *Peptostreptococcus spp* – 40%, высеянных из зубов исследуемых пациентов. Частота высеваемости других штаммов *Streptococcus* колеблется в пределах 13-33 %. Микроорганизмы группы *Enterococcus spp.* и *Candida spp.* высевались в трети случаев. Частота высеваемости остальных микроорганизмов – 6,6-13,3 %.

Стандартная обработка каналов существенно снизила число высеваемых штаммов. Из 17 штаммов высевались только 5 (пять) 29%. К высеваемым после обработки канала штаммам относятся: *Streptococcus mitis*, *Streptococcus intermedius*, *Enterococcus spp.*, *Candida spp.* и *Corinebacterium*. Снизилась и частота высеваемости микроорганизмов. Высеваемость *Streptococcus mitis* снизилась с 40 до 13%, *Streptococcus intermedius* с 20 до 6,6%, *Enterococcus spp* с 33,3 до 13,3%, *Candida spp.* с 33,3 до 20%. Частота высеваемости микроорганизмов из штамма *Corinebacterium* не изменилась: до и после обработки зубных каналов стандартным методом высеваемость бактерий этого штамма составляла 6,6%. Статистическая значимость снижения высеваемости определена только для *Streptococcus viridans*. Так, если до обработки высевалось $33,3 \pm 12,2\%$, то после неё с учётом поправки Йетса $3,3 \pm 3,3\%$, $p < 0,05$.

Таким образом выявлено, что применение стандартной методики обработки зубных каналов существенно снижает число высеваемых штаммов и частоту высеваемости микроорганизмов в сохранившихся после обработки штаммах. Но статистически значимых различий для большинства штаммов не получено. Сохранение в дентинных канальцах выживших микроорганизмов создаёт серьёзные предпосылки к возникновению отделённых осложнений. Поэтому было

проведено исследование выживаемости микроорганизмов после добавление к обработке каналов дезинфектантами дополнительной процедурой – облучением системы корневых каналов зуба лучом гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780.

Результаты эффективности дезинфекции системы корневых каналов при применении традиционных методов биомеханической обработки корневых каналов совместно с гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером с длиной волны 2780 нм представлены в таблице 17.

Таблица 17 –Частота высеваемости микроорганизмов из корневых каналов зубов до и после механической и медикаментозной обработки сочетанном методом (стандартным методом с дополнительной обработкой гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером с длиной волны 2780 нм (n=50))

№ № пп	Микрофлора	До обработки		После обработки	
		Число высеянных бактерий	Частота высевае мости микроорг анизмов %	Число высеянных бактерий	Частота высеваемос ти микроорга низмов %
1.	<i>Streptococcus viridans</i>	8	16±5,8	0	0**
2.	<i>Streptococcus mutans</i>	7	14±4,9	0	0**
3.	<i>Streptococcus salivarius</i>	8	16±5,8	0	0**
4.	<i>Streptococcus sangius</i>	10	20±5,6	0	0**
5.	<i>Streptococcus mitis</i>	11	22±5,8	0	0**
6.	<i>Streptococcus bovis</i>	6	12±4,6	0	0*
7.	<i>Streptococcus intermedius</i>	9	18±5,4	0	0**
8.	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	7	14±4,9	0	0*
9.	<i>Staphylococcus epidermalis</i>	7	14±4,9	0	0*
10.	<i>Staphylococcus aureus</i>	6	12±4,6	0	0*
11.	<i>Lactobacillus</i>	4	16±5,8	0	0
12.	<i>Enterococcus spp.</i>	13	26±6,2	0	0**
13.	<i>Candida spp</i>	17	34±6,7	0	0*
14.	<i>Peptostreptococcus spp.</i>	19	38±6,9	0	0**
15.	<i>Corinebacterium</i>	3	6±3,4	0	0
16.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	4±2,8	0	0

№ № ПП	Микрофлора	До обработки		После обработки	
		Число высеянных бактерий	Частота высевае мости микроор ганизмов %	Число высеянных бактерий	Частота высеваемос ти микроорга низмов %
17.	<i>Neisseria spp.</i>	12	24±6,0	0	0**
18.	Сумма	149		0	0
19.	Среднее значение на 1 зуб	3,0			

Примечание: * Различия статистически значимы при $p < 0,05$

** Различия статистически значимы при $p < 0,01$

При применении хлорсодержащих препаратов для медикаментозной обработки корневых каналов зубов и методом облучения лазером из корневых каналов зубов 50 пациентов высевалось составило 149 микроорганизмов из 17 штаммов. В среднем, как и в предыдущем случае порядка трёх микроорганизмов на один корневой канал зуба. Микроорганизмы группы *Streptococcus* высеивались несколько реже, чем в предыдущих случаях 14-22%. Частота высеваемости стафилококков и лактобактерий несколько ниже, чем в предыдущем случае: 12-14% против 20% и 8% против 13 %, соответственно.

Частота высеваемости микроорганизмов из штамма *Corinebacterium*, *Neisseria spp.* и *Candida spp* до обработки каналов не изменилась, и так же, как в первой клинической группе, составили около 6, 20, и 30% соответственно.

После комплексной биомеханической обработки корневых каналов и гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером с длиной волны 2780 нм из 17 штаммов, высеянных до обработки, ни один микроорганизм ни одного штамма не высеивался. При этом статистически значимые различия в высеваемости микроорганизмов из корневых каналов зубов до и после медикаментозной и механической обработки определены для 17 штаммов.

Сопоставим интегральные результаты высеваемости микроорганизмов в двух сравниваемых группах.

Таблица 18 – Частота высеваемости микроорганизмов после эндодонтического лечения в первой и второй группах

№ пп	Микрофлора	Частота высеваемости микроорганизмов 1 группа n=15	Частота высеваемости микроорганизмов 2 группа n=50	p
1	<i>Streptococcus mitis</i>	13,3±8,7	0	>0.05
2	<i>Streptococcus intermedius</i>	6,6±6,6	0	>0.05
3	<i>Enterococcus spp.</i>	13±9	0	>0.05
4	<i>Candida spp</i>	20±10,3	0	<0.05
5	<i>Corinebacterium</i>	6,6±6,5	0	>0.05

Из анализа данных, представленных в таблице 18 следует, что все высеянные после обработки корневых каналов зубов микроорганизмы в 1 группе пациентов, были элиминированы у пациентов второй группы: то есть достигнут требуемый результат: все микроорганизмы удалены. При сопоставлении эффективности двух методов получена статистически значимые различия при обеззараживании микроорганизмов из группы *Candida spp* при $p < 0,05$.

Сопоставление частоты выживания всех штаммов микроорганизмов, высеянных перед обработкой, после этой обработки для двух сравниваемых методов, представлено на рисунке 32.

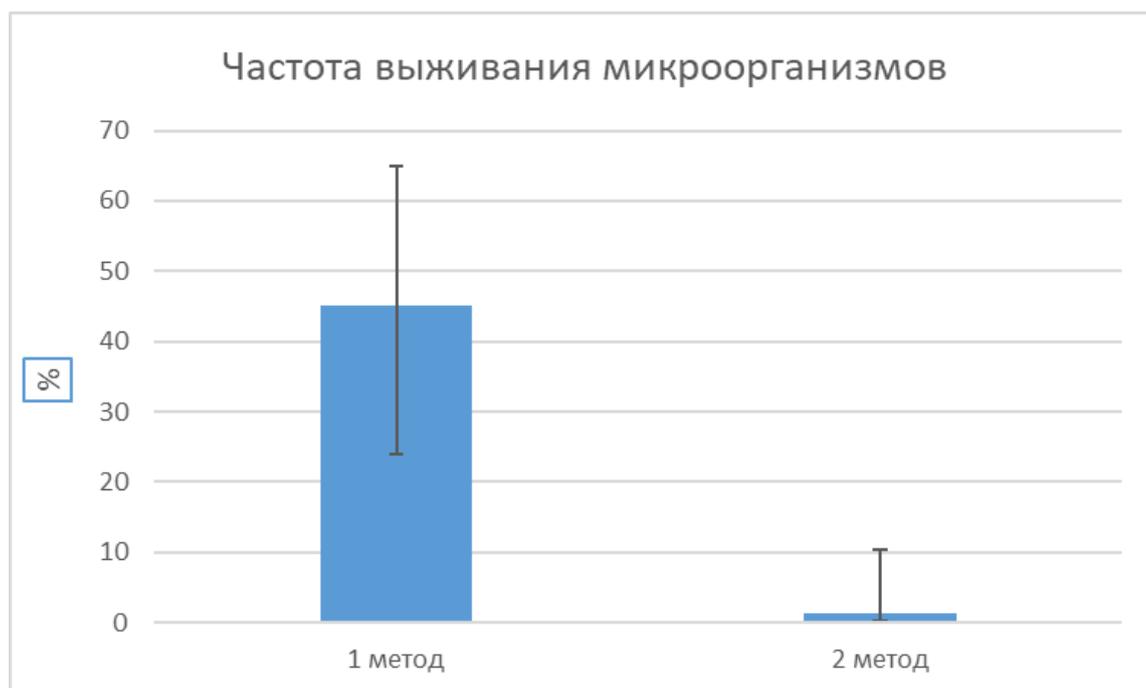


Рисунок 32 – Частота высеваемости микроорганизмов из корневых каналов зубов выживших штаммов после биомеханической обработки стандартным методом и при применении гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм.

При применении 1 метода доля выживших микроорганизмов среди высеянных до обработки составила 46 ± 10 % (9 микроорганизмов выжили из 20 высеянных до обработки). При применении 2 метода частота выживания микроорганизмов из высеянных до обработки – 0 %. С учётом поправки Йетса частота определяется на уровне 1,3 %, а 95-процентный интервал вероятности высеваемости микроорганизмов в этом случае находится в интервале 0,2-7 %. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (рисунок 32).

Таким образом, показана противомикробная эффективность применения гидрокинетического эрбий-хромового лазера с длиной волны 2780 нм при добавлении его к стандартному биомеханическому методу дезинфекции системы корневых каналов зубов хлорсодержащими препаратами.

Высокая эффективность дезинфекции системы корневых каналов зубов лучом гидрокинетического эрбий-хромового лазера в дополнение к стандартному методу позволило поставить вопрос о самостоятельном использовании лазера без добавления ирригации корневых каналов хлорсодержащими препаратами.

4.1.2. Исследование эффективности применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм для дезинфекции корневых каналов зубов в качестве самостоятельного метода

С целью решения вопроса возможности использования гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера в качестве основного и единственного средства дезинфекции системы корневых каналов зубов, было проведено эндодонтическое лечение, в котором у пациентов с гнойным пульпитом и некрозом пульпы проводилась дезинфекция системы корневых каналов зубов с применением гидрокинетического лазера эрбий-хромового лазера в режиме заводских настроек: мощность 1,25 Вт, частота импульсов 20 Гц, воздух 10%, вода off (не использовалась) (экспериментальная группа – Группа 3А). Результаты представлены в таблице 19.

Таблицы 19 – Частота высеваемости микроорганизмов из корневых каналов зубов до и после биомеханической обработки корневых каналов гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером с длиной волны 2780 нм в группе 3-А (n=18)

№ пп	Микрофлора	До обработки		После обработки	
		Число высеянных бактерий	Частота высеваемости микроорганизмов в %	Число высеянных бактерий	Частота высеваемости микроорганизмов в %
1.	<i>Streptococcus viridans</i>	2	11,1	0	0
2.	<i>Streptococcus mutans</i>	3	16,7	0	0
3.	<i>Streptococcus salivarius</i>	3	16,7	0	0
4.	<i>Streptococcus sanguis</i>	3	16,7	0	0
5.	<i>Streptococcus mitis</i>	6	33,3	0	0
6.	<i>Streptococcus bovis</i>	0	0	0	0
7.	<i>Streptococcus intermedius</i>	1	5,6	0	0

№ пп	Микрофлора	До обработки		После обработки	
		Число высеянных бактерий	Частота высевае мости микроор ганизмо в %	Число высеянны х бактерий	Частота высевае мости микроор ганизмо в %
8.	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	3	16,7	0	0
9.	<i>Staphylococcus epidermalis</i>	2	11,1	0	0
10.	<i>Staphylococcus aureus</i>	4	22,2	0	0
11.	<i>Lactobacillus</i>	1	5,6	0	0
12.	<i>Enterococcus spp.</i>	4	22,2	0	0
13.	<i>Candida spp</i>	9	50	1	5,6
14.	<i>Peptostreptococcus spp.</i>	8	44	0	0
15.	<i>Corinebacterium</i>	3	16,7	0	0
16.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0
17.	<i>Neisseria spp.</i>	5	27,8	0	0
18.	Всего	57		0	0
19.	Среднее значение микроорганизмов на 1 зуб	3,16	17		

Анализ данных, представленных в таблице 19 показал, что до обработки корневых каналов зубов гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером у 18 пациентов 3-А группы высевалось 57 микроорганизмов из 17 штаммов. Как и в первой и второй группах приблизительно 3 микроорганизма на один корневой канал поражённого зуба.

Микроорганизмы группы *Streptococcus* высевались несколько реже, чем в других группах 16-33,3%. Частота высеваемости стафилококков на уровне показателя второй группы — 11-22%, лактобактерий 5,6%, что несколько ниже показателя для первых двух групп (8 и 13 % соответственно). Частота высеваемости микроорганизмов из штамма *Corinebacterium* повысилась с 6,6% до

16%. Точно также как и повысилась высеваемость грибов из рода *Candida spp* (с 30% до 50%). Высеваемость до обработки микроорганизмов штамма *Neisseria spp.* остаётся традиционно высокой 27,8 %.

После обработки корневых каналов зубов лучом лазера из 57 микроорганизмов всех 17 штаммов, высеянных до обработки, высеялся один микроорганизм ни штамма *Candida spp.* (таблица 19).

В отличие от предыдущего метода статистически значимой разницы между частотой высеваемости *Candida spp.* после обработки не получено.

Общая высеваемость микроорганизмов после проведённого лечения у пациентов, лечение которых проводилось традиционным биомеханическим методом (первая группа) и методом лечения только с применением гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм в режиме заводских настроек: мощность 1,25 Вт, частота импульсов 20 Гц, воздух 10%, вода off (экспериментальная группа – Группа 3А) представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Сравнение частоты высеваемости микроорганизмов первой и 3-А группах после дезинфекции корневых каналов зубов

№ п/п	Микрофлора	Частота высеваемости микроорганизмов 1 группа n=15	Частота высеваемости микроорганизмов в 3-А группа n=18	p
1	<i>Streptococcus mitis</i>	13±9	0	>0.05
2	<i>Streptococcus intermedius</i>	6,6±6,6	0	>0.05
3	<i>Enterococcus spp.</i>	13±9	0	>0.05
4	<i>Candida spp</i>	20±10	5,5±5,4	>0.05
5	<i>Corinebacterium</i>	6,6±6,6	0	>0.05

Из анализа данных, представленных в таблице 20 следует, что был выявлен высокий дезинфицирующий эффект применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм для обработки системы корневых каналов зубов.

Во всех случаях, кроме одного, определён эффект полного подавления микрофлоры.

Сопоставление долей сохранившихся микроорганизмов из числа выживших штаммов с такой же величиной у пациентов 1 и 3-А группы представлено на рисунке 33.

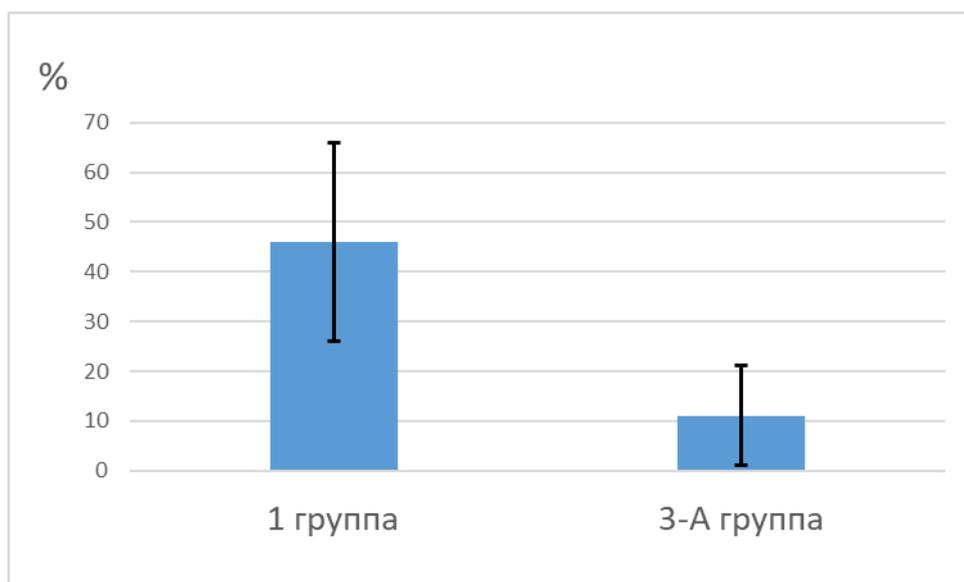


Рисунок 33 – Доля выживших после обработки микроорганизмов из числа высеянных до обработки штаммов

В первой клинической группе доля выживших микроорганизмов из числа высеянных до обработки корневых каналов зубов составила $46 \pm 10\%$. (Из 20 высеянных до обработки микроорганизмов выживших штаммов сохранилось 9). В 3-А группе число высеянных до обработки грибов *Candida spp* – 9, после обработки – 1. Доля выживших микроорганизма из числа высеянных до обработки микроорганизмов этого штамма составило $11,1 \pm 10,5\%$ (1 микроорганизм из 9). Различия статистически значимы при $p < 0.001$ (рисунок 33).

Если применение гидрокинетического эрбий-хромового лазера в заводских настройках не обеспечивает стопроцентной гарантии элиминации всех микроорганизмов в системе корневых каналов зубов (остаётся возможность сохранения патогенных грибов), с увеличением частоты с 20 Гц до 40 Гц и мощности с 1,25 Вт до 1,5 Вт, введение в зубной канал воздуха – 35%, воды – 25%, позволило добиться полной элиминации микрофлоры.

Результаты эффективности дезинфекции системы корневых каналов от патогенных микроорганизмов представлена при использовании гидрокинетического эрбий-хромового лазера в предложенных выше настройках представлены в таблице 21.

Таблица 21 –Частота высеваемости микроорганизмов из корневых каналов зубов до и после биомеханической обработки пациентов 3-Б группы (n=23)

№ п/п	Микрофлора	До обработки		После обработки	
		Число высеянных бактерий (абс.)	Частота высеваемости и микроорганизмов (%)	Число высеянных бактерий (абс.)	Частота высеваемости микроорганизмов (%)
1.	<i>Streptococcus viridans</i>	2	8,7	0	0
2.	<i>Streptococcus mutans</i>	4	17,4	0	0
3.	<i>Streptococcus salivarius</i>	4	17,4	0	0
4.	<i>Streptococcus sanguis</i>	5	21,7	0	0
5.	<i>Streptococcus mitis</i>	7	30,4	0	0
6.	<i>Streptococcus bovis</i>	3	13,0	0	0
7.	<i>Streptococcus intermedius</i>	5	21,7	0	0
8.	<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	4	17,4	0	0
9.	<i>Staphylococcus epidermalis</i>	4	17,4	0	0
10.	<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0
11.	<i>Lactobacillus</i>	2	8,7	0	0
12.	<i>Enterococcus spp.</i>	7	30,4	0	0
13.	<i>Candida spp</i>	14	60,9	0	0
14.	<i>Peptostreptococcus spp.</i>	8	34,8	0	0

№ п/п	Микрофлора	До обработки		После обработки	
		Число высеян ных бактер ий (абс.)	Частота высеваемост и микроорган измов (%)	Число высеянных бактерий (абс.)	Частота высеваемости микроорганиз мов (%)
15.	<i>Corinebacterium</i>	2	8,7	0	0
16.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	4,3	0	0
17.	<i>Neisseria spp.</i>	11	47,8	0	0
18.	Всего	83	0	0	0
19.	Среднее значение микроорганизмов на 1 зуб	4,8	17	0	0

Высеваемый пейзаж до обработки зубных каналов в группе пациентов 3-Б практически не отличается от такого набора, высеянного из корневых каналов пациентов других групп. За исключением увеличения высеваемости микроорганизмов *Candida spp.* по сравнению с группами 1 и 2 (33%) и группой 3-А (50%) до 60%.

Хотя высеваемость грибов до обработки зубных каналов в группе 3-Б выше, чем в группе 3-А, после обработки грибы в группе 3-Б не высевались, т.е. у пациентов этой группы удалось добиться полного подавления всей патогенной микрофлоры, находящейся в корневом канале зуба (рисунок 34).

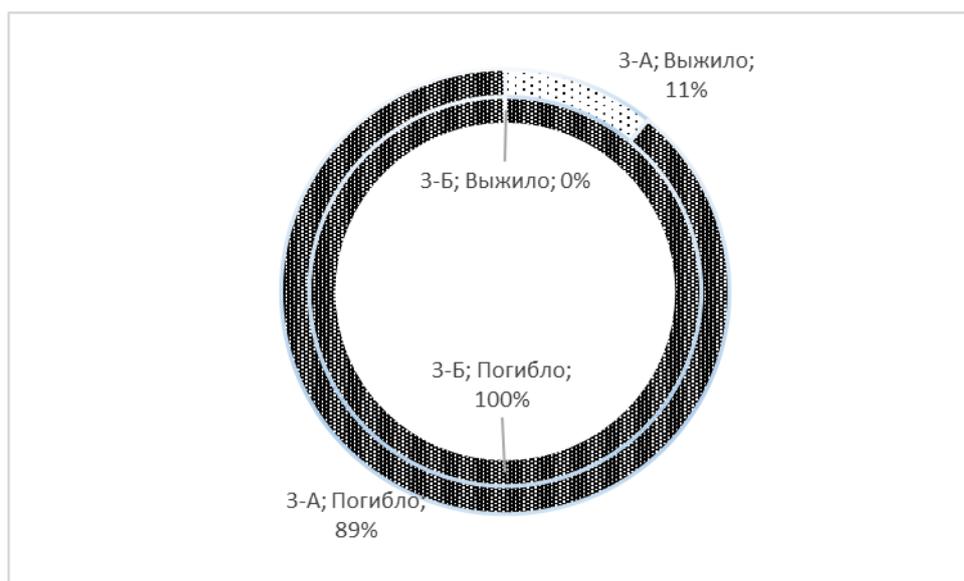


Рисунок 34 – Доля выживших после обработки грибов *Candida spp.* из числа высеванных до обработки в 3-А и 3-Б группах.

Таким образом, выживание микроорганизмов корневых каналов зубов пациентов группы в группе 3-Б стало невозможным, а обезвреживание стало достоверным. В то же время выживание микроорганизмов из группы *Candida spp.* в группе 3-А вероятное.

Применение гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм в режиме, предложенным нами: мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц, воздух – 35%, вода – 25%, приводит к полной элиминации микроорганизмов в системе корневых каналов зубов и снижению (исключению) вероятности развития отдалённых осложнений.

4.2. Оценка уровня снижения болей при накусывании после проведённого эндодонтического лечения зубов.

После постоянной obturation корневых каналов определяли по цифровой рейтинговой шкале боли (NRS) уровень боли при накусывании на леченый зуб. У 20 (18,9%) пациентов сохранялась болезненность при нажатии на зуб, из которых

12 (29%) были пациенты третьей группы. После проведённого лечения выраженность (интенсивность болей) снизилась в первой группе до $0,93 \pm 0,37$ баллов, во второй до $0,18 \pm 0,1$ баллов, в 3-А до $0,5 \pm 0,2$ баллов, в 3-Б до $0,86 \pm 0,3$ соответственно. Интенсивность боли значительно снижалась во всех клинических группах после обработки корневых каналов зубов и obturации по сравнению с уровнем боли до лечения. При этом статистически значимые различия наблюдались во 2-й и 3-Б группах при $p < 0,05$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных условиях происходит бурное развитие медицинской науки в целом и такого раздела стоматологии, как эндодонтическое лечение, в частности. Это создаёт предпосылки для поиска новых, более эффективных методов дезинфекции корневых каналов зубов и повышения качества лечения.

Наиболее частая причина возникновения осложнённых форм кариеса зубов — это микроорганизмы и их токсины, проникающие в полость зуба через кариозную полость и дентинные каналы. Поэтому неполноценная механическая и медикаментозная обработка корневых каналов зубов может привести к осложнениям после лечения корневых каналов зубов.

Тенденция среди современных стоматологов такова, что ирригацией достигается основная дезинфекция корневого канала, и поэтому, если что-то не так, то это означает, что канал «не домыт». Инструментальной обработке и антибактериальным повязкам отводится второй план. По данным современной литературы, данная позиция не совсем верна.

В 2017 году Renata Costa Val Rodrigues *in vivo* изучал размер апикального препарирования и ирригационного раствора на снижение бактериальной обсеменённости в ранее эндодонтически леченых зубах с периодонтитом. Исследование проводилось на 43 депульпированных зубах с апикальным периодонтитом. Выбор был рандомизированным на 2 группы. В одном случае каналы обрабатывались 2,5% раствором гипохлорита натрия, в другом — стерильным физиологическим раствором. Методика обработки подразумевала последовательную обработку от 20 до 35 в многоканальных зубах, от 25 до 50 для одноканальных зубов, использовалась система Twisted File Adaptive (SybronEndo, Orange, CA). Образцы для бактериологического исследования брали до подготовки, после использования первого инструмента (25.04 или 25.08), а затем после третьего инструмента системы TFA (35.04 или 50.04). В группе, где использовался физиологический раствор, последнее промывание корневых

каналов проводилось 1% раствором гипохлорита натрия. Результаты исследования были следующие: при препарировании до 20 – 25 размера (узкое препарирование корневого канала) не было найдено статистически значимой разницы в снижении количества микроорганизмов в корневых каналах между группами; при препарировании до 35 размера в узких каналах и до 50 размера в широких каналах ирригация 2,5% раствором гипохлорита натрия была значительно эффективнее, чем физиологическим раствором до 35 – 50 размера.

Отмечается две тенденции в ирригации корневых каналов:

1 - отказ использования гидроксида кальция за счёт увеличения времени ирригации, её сложного протокола, использования дополнительных растворов для ирригации, замена низких концентраций на высокие, активация растворов и так далее.

2 - отказ от инструментации и лечения в два посещения, а именно лишь только ирригация.

Исследования М.К. Calişkan, В.Н Sen (1996) показали, что бактерии способны проникать в дентинные каналы на глубину 1000 мкм, а раствор гипохлорита натрия проникает на глубину до 100 мкм, что не позволяет добиться полной дезинфекции системы корневого канала [105]. Moritz et al. (1997, 2006) в своих исследованиях *in vitro* продемонстрировал способность лазерного излучения проникать на глубину 1000 мкм и выше и оказывая при этом бактерицидный эффект [111, 130].

Традиционный протокол биомеханической обработки корневых каналов зубов заключается в медикаментозной обработке корневых каналов хлорсодержащими препаратами в концентрации от 3% до 5%, 2% хлоргексидина биглюконата. Механическая обработка производится при помощи ручных и машинных эндодонтических файлов. Для повышения качества механо-медикаментозной обработки корневых каналов зубов применяют активацию ирригационных растворов ультразвуком или эндоактиватором.

Можно сделать вывод, что инструментальной обработке корневого канала необходимо отводить главную роль в дезинфекции, а ирригацией и антибактериальными повязками её дополнять.

В доступной литературе недостаточно данных и исследований *in vitro* об антибактериальном и фунгицидном действии гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм при лечении осложнённых форм кариеса зубов, в частности при первичном эндодонтическом лечении. На основании данных наблюдений других исследователей и наших собственных было обосновано применение гидрокинетического эрбий-хромового лазера при лечении осложнённых форм кариеса.

При лечении корневых каналов зубов лазеры применяют с целью улучшения их очистки и дезинфекции. Лазерное облучение корневых каналов вызывает абляционное воздействие на стенки корневого канала, удаляя смазанный слой, проникая вглубь дентинных канальцев и очищая их от остатков органических масс. Таким образом происходит биомеханическая очистка системы корневых каналов в труднодоступных участках для ручных и машинных эндодонтических инструментов, ирригантов, где сложно добиться инактивации микроорганизмов.

Одним из важных факторов, влияющих на результативность эндодонтического лечения при пульпите, является учёт состава микрофлоры корневых каналов и уровня микробной колонизации. Преобладание определённых микробных ассоциаций в пульпо-периодонтальных тканях, их разнообразие при осложнённых формах кариеса может оказывать негативное влияние на чувствительность к традиционным антисептическим растворам.

В диссертационном исследовании приняли участие 106 пациентов, находившихся на лечении в клинике стоматологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. Все пациенты прошли диагностическое исследование, комплексную оценку клинических симптомов для установления диагноза и оценке наличия показаний к проведению эндодонтического лечения в соответствии с различными протоколами, а затем для оценки их эффективности. При этом для

постановки диагноза использовались основные методы клинического обследования: сбор анамнеза, визуальная оценка пульпы и содержимого корневых каналов, прицельное зондирование. Из дополнительных методов стоматологического обследования применялись рентгенологическое исследование, электроодонтодиагностика, бактериоскопическое исследование пульпы и содержимого корневых каналов.

В зависимости от протокола эндодонтического лечения пациенты были разделены на 3 клинические группы:

1-я группа (контрольная), 15 пациентов, ирригация корневых каналов зубов проводилась NaOCl 3%, aqua destillata, ЭДТА, хлоргексидин 2%, временное пломбирование гидроокисью кальция, корневой канал расширялся по ISO до 035/040, постоянное пломбирование корневых каналов проводилось во второе посещение;

2-я группа, 50 пациентов, ирригация корневых каналов зубов проводилась NaOCl 3%, aqua destillata, ЭДТА, хлоргексидин 2%, временное пломбирование гидроокисью кальция, корневой канал расширялся по ISO до 035/040, во второе посещение проводилась обработка корневых каналов лазером в режиме: мощность 1,25 Вт, частота импульсов 20 Гц, воздух 10%, вода off и постоянная обтурация корневых каналов;

3-я группа, 41 пациент, эндодонтическое лечение проводилось в одно посещение, в качестве ирригационного раствора применялась aqua destillata, корневой канал расширялся по ISO до 035/040, группа была разделена на две подгруппы в зависимости от параметров мощности гидрокинетического лазера:

3а группа мощность – 1,25 Вт, частота импульсов – 20 Гц, воздух – 10%, вода – off;

3б группа мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц, воздух – 35%, вода – 25%.

В первой клинической группе до обработки системы корневых каналов зубов хлорсодержащими дезинфектантами высевались 59 микроорганизмов из всех 17 штаммов. При этом доля высеянных микроорганизмов в каждом штамме

составила 6,6—40% (среднее значение 23,1%). К высеваемым после обработки канала штаммам относятся: *Streptococcus mitis*, *Streptococcus intermedius*, *Enterococcus spp.*, *Candida spp.* и *Corinebacterium*. Снизилась и частота высеваемости микроорганизмов. Высеваемость *Streptococcus mitis* снизилась с 40 до 13%, *Streptococcus intermedius* с 20 до 6,6%, *Enterococcus spp* с 33,3 до 13,3%, *Candida spp.* с 33,3 до 20%.

Во второй клинической группе при применении традиционных методов биомеханической обработки корневых каналов и гидрокинетического лазера до обработки системы корневых каналов зубов высевались 149 микроорганизмов из 17 штаммов микроорганизмов. Доля высеянных микроорганизмов в каждом штамме составила 6-38%. После комплексной биомеханической обработки корневых каналов и гидрокинетического лазера (длина волны 2780 нм) из 17 штаммов, высеянных до обработки, ни один микроорганизм ни одного штамма не высеивался.

Применение гидрокинетического лазера с заводскими настройками для обработки системы корневых каналов зубов в 3А клинической группе показал самостоятельный очевидный дезинфицирующий эффект, тем не менее, он статистически не значим по сравнению со стандартным методом (1 клиническая группа) ($p > 0.05$). Это объясняется крайне низкой высеваемостью бактерий каждого отдельного штамма, микроорганизмы из которых выжили в заданных условиях. Вместе с тем дезинфицирующий эффект применения гидрокинетического эрбий-хромового лазера по сравнению с традиционным биомеханическим методом статистически значимо выше при сопоставлении доли высеваемости всех микроорганизмов до и после биомеханической обработки системы корневых каналов зубов – из 53 микроорганизмов выжил только 1. Относительная частота возможных случаев высеивания патогенных штаммов равняется 1,9%, 95 процентный интервал вероятности выживания микроорганизмов находится в интервале 0,1-7,2 %. Различия статистически значимые при $p < 0.001$.

Применение для дезинфекции системы корневых каналов зубов гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм в режиме заводских настроек (мощность 1,25 Вт, частота импульсов 20 Гц, воздух 10%, вода off), всё же оставило не обезвреженными микроорганизмы из рода *Candida spp* в мизерной доле (5.5%). Это обстоятельство несмотря на, казалось бы, такие хорошие результаты не в полной мере удовлетворяют современным требованиям максимальной дезинфекции системы корневых каналов зубов. Для увеличения дезинфицирующей активности лазерной обработки системы корневых каналов зубов заводские настройки гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм были изменены в сторону увеличения мощности генерируемого луча (мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц, воздух – 35%, вода – 25%). Частота луча лазера была увеличена в 2 раза, за счёт чего энергетическое воздействие на микроорганизмы было увеличено в 4 раза, увеличение значений воздуха и добавление воды позволило увеличить гидрокинетический эффект. После применения метода облучения лучом гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм с увеличенными параметрами удалось достигнуть полной деконтаминации микроорганизмов, в частности грибов рода *Candida*. Статистической значимости различий добиться не удалось опять-таки ввиду малых величин высеваемости микроорганизмов группы *Candida spp.* Увеличение мощности излучения лазера по отношению к заводским настройкам для дезинфекции системы корневых каналов привело к полному уничтожению в них микроорганизмов.

Одним из критериев эффективности эндодонтического лечения является снижение болезненности или её отсутствие при накусывании на леченый зуб в ближайшее время после лечения корневых каналов зуба. В описанной литературе имеются различные данные по поводу жалоб пациентов на постэндодонтические боли, лечение которых происходило в одно или два посещения [139]. A.W. Wong, 2014, [155] в своём исследовании показал, что лечение в одно или несколько посещений не могут предупредить постэндодонтические боли при накусывании на зуб.

У пациентов всех групп выраженность болей по десятибалльной шкале до лечения находилась в интервалах 3,4-4,7 баллов. Для групп показатели распределились следующим образом: 1-я группа $4,5 \pm 0,7$ баллов, 2-я группа $4,62 \pm 0,4$ балла, 3-А группа $4,7 \pm 0,52$ балла, 3-Б группа $3,4 \pm 0,5$ балла. После проведённого эндодонтического лечения выраженность (интенсивность болей) снизилась до $0,93 \pm 0,37$ баллов, $0,18 \pm 0,1$ баллов, $0,5 \pm 0,2$ баллов, $0,86 \pm 0,3$ соответственно. Величина снижения уровня (интенсивности) болей для второй группы составила $4,44 \pm 0,7$ балла, то для всех остальных групп эти показатели несколько ниже: первой группы $3,6 \pm 0,66$ балла, третьей А $4,3 \pm 0,62$ балла, и, наконец, в третьей Б – $2,5 \pm 0,58$ балла. При этом определяется статистическая значимость различий между снижением показателя во второй и третьей Б группы при $p < 0.05$.

Результаты проведённых нами исследований доказывают эффективность применения гидрокинетического эрбий-хромового лазера для антибактериальной обработки корневых каналов. Данный метод является полноценной альтернативой традиционным методам эндодонтического лечения. При его использовании снижается количество применяемых внутриканальных паст и ирригационных растворов, назначения системных препаратов. Эндодонтическое лечение при помощи гидрокинетического эрбий-хромового лазера, имеющего длину волны 2780 нм, позволяет инициировать более быструю реабилитацию пациентов.

ВЫВОДЫ

1- Ретроспективный анализ изучения обращаемости пациентов по поводу лечения хронического гнойного пульпита и некроза пульпы в клинику стоматологии кафедры общей стоматологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова с 2013 по 2019 год выявил увеличение на $16,4 \pm 0,13\%$, ($p < 0,001$).

2- При лечении гнойного пульпита и некроза пульпы зубов традиционным методом устойчивыми к антибактериальной обработке оказались следующие штаммы микроорганизмов: *Streptococcus mitis*, *Streptococcus intermedius*, *Enterococcus spp.*, *Candida spp.* и *Corinebacterium*. Сочетанное применение традиционного протокола и гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера позволило добиться полной элиминации микроорганизмов из высеянных до обработки ($p < 0,001$). При анализе эффективности традиционного метода эндодонтического лечения доля выживших микроорганизмов, из числа высеянных до обработки каналов, составила $46 \pm 10\%$. При применении гидрокинетического эрбий-хромового лазера в заводских настройках, действие лазера оказалось неэффективным в отношении грибов *Candida spp.*, доля выживших микроорганизмов этого штамма составило $11,1 \pm 10,5\%$ ($p < 0,001$).

3- При использовании метода дезинфекции системы корневых каналов гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером с длиной волны 2780 нм в режиме заводских настроек в качестве основного и единственного метода выживаемость микроорганизмов составила 1.88%, доля необезвреженных микроорганизмов рода *Candida spp.* составила 5.5% ($p < 0,001$). После применения гидрокинетическим эрбий-хромового лазера с увеличенными параметрами (длина волны 2780 нм, мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц, воздух – 35%, вода – 25%), удалось достигнуть полной деконтаминации микроорганизмов.

4- Эрбий-хромовый лазер Waterlase iPlus обладает выраженным противовоспалительным и обезболивающим действием, в большей степени при лечении пациентов в два посещения (2-группа), где интенсивность болей снизилась с $4,62 \pm 0,4$ до $0,18 \pm 0,1$ балла по цифровой рейтинговой шкале боли.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1- При лечении пациентов с диагнозом гнойный пульпит и некроз пульпы с выраженным уровнем боли при накусывании на зуб рекомендовано сочетанное применение традиционного протокола и гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера с длиной волны 2780 нм в режиме: заводских настроек: мощность 1,25 Вт, частота импульсов 20 Гц, воздух 10%, вода off.

2- Лечение гнойного пульпита и некроза пульпы в одно посещение рекомендовано проводить гидрокинетическим Er,Cr:YSGG лазером с длиной волны 2780 нм с увеличенными параметрами: мощность – 1,5 Вт, частота – 40 Гц, воздух – 35%, вода – 25%.

3- При обширных деструктивных изменениях в тканях периодонта рекомендовано проводить бактериологическое исследование содержимого корневых каналов зубов для исключения Candida ассоциированных осложнённых форм кариеса.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕМЫ

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в более детальном исследовании санлирующего действия гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера на эндопериодонтальный комплекс.

Целесообразно использование данного вида излучения на всех этапах эндодонтического лечения с целью улучшения качества терапии.

Представляется перспективным совершенствование методик использования гидрокинетического Er,Cr:YSGG лазера при различных нозологических формах стоматологических заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов, Д.А. Инновационные технологии профилактики и лечения стоматологических заболеваний / Д.А. Акимов, Э.В. Калайджян // Актуальные проблемы стоматологии : материалы XIX и XX всерос. науч.-практ. конф. – Москва, 2008. – С. 258-261.
2. Алёхина, О.В. Современная эндодонтия и факторы, влияющие на прогноз эндодонтического лечения / О.В. Алёхина // Світ медицини та біології. – 2011. – № 4. – С. 127-130.
3. Афанасьев, В.В. Обоснование реабилитации эндодонта при витальной пульпэктомии : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / В.В. Афанасьев. – Самара, 2005. – 27 с.
4. Байтус, Н.А. Синтетические остеопластические препараты на основе гидроксиапатита в стоматологии / Н.А. Байтус // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2014. – Т. 13, № 3. – С. 29-35.
5. Батуева, Н.Т. Лечение осложнений кариеса с применением лазерной обработки корневых каналов зубов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / Н.Т. Батуева. – Москва, 2009. – 21 с.
6. 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.
7. Беркинзон, Л.В. К вопросу о применении фуразолина при лечении верхушечных периодонтитов / Л.В. Беркинзон // Материалы 8-й Ленинградской научной сессии по стоматологии. – Ленинград, 1970. – С. 87-89.
8. Бир, Р. Эндодонтия : пер. с англ. / Р. Бир ; под общ. ред. Т.Ф. Виноградовой. – Москва : МЕДпресс-информ, 2004. – 363 с.

9. Борисенко, А.В. Методи лікування періодонтитів (огляд літератури) / А.В. Борисенко, Ю.Ю. Кодлубовський // Современная стоматология. – 2010. – № 1. – С. 15-20.
10. Борисова Э.Г. Клиническое применение гидрокинетического лазера при лечении хронического периодонтита зубов / Э.Г. Борисова, А.В. Полевая // Вестник "Биомедицина и социология". – 2018. – Т. 3. – № 4. – С. 33-36.
11. Борисова Э.Г. Клиническое применение гидрокинетического лазера при лечении хронического периодонтита зубов / Э.Г. Борисова, А.В. Полевая // Вестник "Биомедицина и социология". – 2018. – Т. 3. – № 4. – С. 33-36.
12. Боровский, Е.В. Ошибки и осложнения эндодонтического лечения / Е.В. Боровский // Новости Dentsply. – 2003. – № 8. – С. 8-11.
13. Бутвиловский, А.В. Опыт использования новых силеров при лечении апикальных периодонтитов постоянных зубов / А.В. Бутвиловский, Д.Л. Володкевич, М.А.Х. Тоока, С. Брасалани // Современная стоматология. – 2018. – № 3 (72). – С. 37-39.
14. Вавина, Е.П. Элиминация биопленок и бактериальной обсеменности корневых каналов с помощью нового метода медимекаментозной обработки / Е.П. Вавина, Э.В. Ветрова, Н.В. Чиркова, Ж.В. Вечеркина // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2019. – № 5-2 (49). – С. 35-39.
15. Вагнер, В.Д. Качество заполнения врачами-стоматологами медицинской карты стоматологического больного при болезнях пульпы и периапикальных тканей / В.Д. Вагнер, Е.А. Лавренюк, Л.Е. Смирнова // Стоматология. – 2018. – № 6. – С. 79.
16. Велитченко, И.А. Излучение 980 нм диодного лазера и температура поверхности корней зубов в эндодонтическом лечении / И.А. Велитченко, Ю.А. Винниченко, А.В. Винниченко // Эндодонтия. – 2011. – № 2. – С. 14-16.
17. Воздействие излучения лазера с длиной волны 2,7 мкм на ткани зуба / В.Н. Балин, А.С. Гук, В.Н. Кошелёв [и др.] // Новые достижения лазерной медицины : сб. материалов междунар. конф. – Санкт-Петербург, 1993. – С. X-X.

18. Герасимова, Л.П. Оценка эффективности лечения хронического апикального периодонтита на основании денситометрического и микробиологического методов исследования / Л.П. Герасимова, А.Ф. Юсупова, И.Н. Усманова, А.П. Сорокин // Проблемы стоматологии. –2019– Т.15. – №2. – С. 17-24.
19. Гатина, Э.Н. Современные возможности ирригации корневых каналов / Э.Н. Гатина, Г.Р. Егорова, Ю.В. Фазылова // Молодой ученый. – 2015. – № 11. – С. 631-635.
20. Гуткнехт, Н. Лазер в эндодонтии. Предпосылки для успешного лечения / Н. Гуткнехт // Новое в стоматологии. – 2001. – № 10 (100). – С. 19-25.
21. Действие лазерной обработки на корневой канал зубов человека / Azam Khan M. [et al.] // Маэстро стоматологии. – 2000. – № 2. – С. 79-84.
22. Деннхардт, Х. Ультразвук в эндодонтии / Х. Деннхардт // Фармгеоком информ. – 2014. – № 7. – С. 21-24.
23. Дмитриева, Л.А. Терапевтическая стоматология. Национальное руководство / Л.А. Дмитриева, Ю.М. Максимовский. – Москва : ГЕОТАР–Медиа, 2015. – 888 с.
24. Евдокимова О.А.. Применение вакуум - дарсонвализации и лазерного излучения при лечении периодонтитов / О.А. Евдокимова, С.Н. Ермухометов, И.В. Родина// В сборнике: Сибирско-азиатский стоматологический форум. Инновационные подходы к образованию, науке и практике в стоматологии. Труды III Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием. : сб. ст. – Красноярск, 2019. – С. 92-96.
25. Здоровье полости рта: Информационный бюллетень Всемирной организации здравоохранения, 24 сентября 2018 г. – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/oral-health> (дата обращения: 19.01.2020).
26. Иванов, А.С. Применение излучения гелий-неонового лазера в комплексном лечении артритов и артрозов височно-нижнечелюстного сустава

(экспериментально-клиническое исследование): автореф. дис. ... д-ра мед. наук / А.С. Иванов. – Ленинград, 1988. – 42 с.

27. Изменение микрофлоры полости рта при пародонтите различной степени тяжести / И.Д. Бروفман, А.Ю. Созаева, Л.Р. Жанимова [и др.] // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 10, № 11. – С. 39-42.

28. Иорданишвили, А.К. Отдаленные результаты лечения пульпита и периодонтита / А.К. Иорданишвили, И.Б. Салманов, А.А. Сериков // Эндодонтия Today. – 2016. – № 14 (4). – С. 32-38.

29. Клиффорд, А. Дезинфекция в эндодонтии – цунами ирригации / А. Клиффорд, Ж. Рудли // Эндодонтическая практика. – 2008. – № 2. – С. 7-15.

30. Кодылев, А.Г. Применение эрбий-хромового лазера в комплексном лечении периодонтита / А.Г. Кодылев, А.В. Шумский // Эндодонтия today. – 2008. – № 1. – С. 36-40.

31. Колчанова, Н.Э. Роль микрофлоры и ее способность формировать биопленку в патогенезе хронического периодонтита / Н.Э. Колчанова // Вестник витебского государственного медицинского университета. – 2017. – Т. 16, № 5. – С. 127-135.

32. Комбинированное эндодонтическое лечение: микробиологические аспекты с использованием сканирующей электронной микроскопии / В.Н. Царев, А.В. Митронин, М.С. Подпорин [и др.] // Эндодонтия Today. – 2021. – № 19 (1). – С. 11-17.

33. Куратов, И.А. Клинико–рентгенологическая оценка эффективности лечения апикального периодонтита с применением авторской методики вакуумно–струйной ирригации корневых каналов / И.А. Куратов, М.О. Нагаева // Проблемы стоматологии. – 2016. – Т. 12, № 1. – С. 31-38.

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

35. Мамедзаде, Р.Э. Характеристика успешности эндодонтического лечения зубов с периапикальной деструкцией методом пцр-анализа/ Р.Э. Мамедзаде // Клиническая стоматология. – 2019. – № 3 (91). – С. 20-23.
36. Максимовский, Ю.М. Изменения показателей местного иммунитета полости рта в зависимости от формы хронического апикального периодонтита / Ю.М. Максимовский, К.Т. Овсепян.// Dental forum. – 2013. – №5.– С. 35.
37. Малык, Ю. Ирригация корневого канала. Техника и методы / Ю. Малык // Эндодонтия. – 2010. – № 1/2. – С. 31-35.
38. Мамедова, Л.А. Применение диодного лазера при лечении апикального периодонтита / Л.А. Мамедова, Е.В. Хасанова // Эндодонтия today. – 2009. – № 3. – С. 47-53.
39. Микробиологическое исследование антисептической активности метода фотоактивируемой дезинфекции при лечении хронического периодонтита / М.Н. Майсигов, Ф.Ю. Даурова, З.С. Хабадзе, К.В. Белов // Здоровье и образование в XXI веке : электрон. сб. науч. тр. – 2010. – Т. 12, № 2. – С. 92-94.
40. Микробиологическое исследование эффективности обработки корневого канала эрбиевым лазером / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Х.Б. Баракат [и др.] // Biomedical Photonics. – 2019. – № 8 (4). – С. 11-16.
41. Микробиология и иммунология для стоматологов / Р.Дж. Ламонт, М.С. Лантц, Р.А. Бернэ, Д.Дж. Лебланк. – Москва : Практ. медицина, 2010. – 502 с.
42. Микрофлора биопленки эндодонта при хроническом апикальном периодонтите / В.Л. Кукушкин, А.А. Дутова, Е.А. Кукушкина, М.В. Смирницкая // Актуальные проблемы и перспективы развития стоматологии в условиях Севера: сб. ст. мерегон. науч.-практ. конф. – Якутск : СВФУ, 2017. – С. 57-59.
43. Микрофлора полости рта: учебное пособие / Э.Г. Кравцов, И.Н. Шарова, Н.В. Яшина [и др.] . –Москва : Изд-во РУДН, 2020. – 34 с.
44. Митронин, А.В. Лазерные технологии в эндодонтическом лечении / А.В. Митронин, А.А. Чунихин // Маэстро стоматологии. – 2011. – № 1. – С.19-24.

45. Митронин, А.В. Лазерные технологии в эндодонтическом лечении хронического апикального периодонтита: сравнительная оценка антибактериальной эффективности / А.В. Митронин, Т.С. Беляева, А.А. Жекова // Эндодонтия Today. – 2016. – № 2. – С. 27-29.
46. Митронин, А.В. Эндодонтическое лечение болезней пульпы и периодонта. Часть 1 : Аспекты применения антибактериальных препаратов / А.В. Митронин, М.М. Герасимова // Эндодонтия Today. – 2012. – № 1. – С. 9-15.
47. Экспериментальное обоснование применения инфракрасного лазерного света в эндодонтии / Л.А. Мозговая, Е.Ю. Косолапова, И.И. Задорина, С.В. Мозговая, Н.Б. Фокина, В.П. Рочев, М.С. Гавриленко // Пермский медицинский журнал. – 2017. – Т. 34, № 3. – С. 51-58.
48. Мороз, А.Ф. Грибы рода *Candida* (методы выделения, идентификации на видовом уровне и определение чувствительности к противогрибковым препаратам) / А.Ф. Мороз, А.Е.Снегирёва. – Москва, 2009. – 60 с.
49. Москвин, С.В. О первичных механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения / С.В. Москвин // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 3. – С. 42-45.
50. Москвин, С.В. Сравнительная эффективность гемолазеротерапии с использованием красного (635 НМ) и фиолетового (405 НМ) спектров у больных облитерирующим атеросклерозом сосудов нижних конечностей / С.В. Москвин, Н.В. Ботин, Т.З. Успенская // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2012. – № 4. – С. 23-26.
51. Оптимизация антибактериальной терапии у пациентов с эндо-пародонтальными поражениями/ Р.А. Салеев, С.Л. Блашкова, Е.В. Крикун [и др.] // Biomedical photonics. – 2021. – Т. 10, № 1. – С. 17-24.
52. Опыт применения световых физических факторов в стоматологической практике / В.А. Кунин, И.М. Черницын, Д.А. Атякшин [и др.] // Стоматология славянских государств : тр. VII междунар. науч.-практ. конф. – Белгород : ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2015. – С. 203-205.

53. Орехова, Л.Ю. Сравнительный анализ степени механической очистки стенки корневого канала при использовании различных лазерных систем и фотосенсибилизаторов / Л.Ю. Орехова, Т.В. Порхун, Е.А. Рубежова // Эндодонтия today. – 2018. – № 4. – С. 67-69.

54. Основные изменения нормальной микрофлоры пародонта при хроническом генерализованном пародонтите, выявленные с помощью метагеномного секвенирования / О.А. Зорина, Н.К. Аймадинова, О.А. Борискина [и др.] // Российская стоматология. – 2017. – Т 10, № 2. – С. 41-48.

55. Пименов, А.Б. Клинико-лабораторное обоснование нового подхода к медикаментозной обработке корневых каналов : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / А.Б. Пименов. – Москва, 2003. – 22 с.

56. Политун, А.М. Повторное эндодонтическое лечение: причины, показания, современная стратегия / А.М. Политун // Эндодонтист. – 2010. – № 2 (4). – С. 21-22.

57. Профилактика осложнений эндодонтического лечения зубов, связанных с пломбированием корневых каналов / И.А. Беленова, А.А. Кунин, Р.В. Лесников [и др.] // Научно-медицинский вестник центрального черноземья. – Воронеж, 2017. – № 69. – С. 23-30.

58. Прилукова, Н.А. Оптимизация лечения хронического апикального периодонтита и факторы, влияющие на его развитие : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Н.А. Прилукова. – Пермь, 2013. – 131 с.

59. Причины возникновения периодонтита / В.В. Зорина, В.А. Ананьева, А.А. Ширшикова [и др.] // Международный студенческий научный вестник : сетевой журнал. – 2018. – № 1. – URL: <https://eduherald.ru/article/view?id=18018>. – Дата публикации: 12.01.2018.

60. Проблемы повторного эндодонтического лечения и пути их решения / С.И. Токмакова, Н.В. Чечун, О.В. Сысоева, О.В. Бондаренко // Эндодонтия today. – 2011. – № 1. – С. 10-11.

61. Пространственная структура и экологическая значимость микрофлоры полости рта и особенности её изменений при кариесе / В.О. Крамарь, Г.Н. Усатова, О.Г. Крамарь, Т.Н. Климова // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 2. – С. 85-89.
62. Рабинович, И.М. Клиническая эффективность сочетанного применения метода фотодинамической терапии и медицинского озона у пациентов с заболеваниями периодонта / И.М. Рабинович, М.В. Снегирев, С.А. Голубева // *Клиническая стоматология*. – 2013. – № 2 (66). – С. 14-17.
63. Рабинович, И.М. Клиническое применение ультразвука при эндодонтическом лечении / И.М. Рабинович, И.В. Корнетова // *Клиническая стоматология*. – 2012. – № 4 (64). – С. 10-14.
64. Рабинович, И.М. Изучение структуры стенки корневых каналов зубов после фотодинамического воздействия / И.М. Рабинович, И.И. Бабиченко, А.В. Васильев, С.А. Голубева, К.Е. Захарова // *Стоматология*. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 16-21.
65. Рикуччи, Д. Эндодонтология / Д. Рикуччи, Ж. Сикейра // *Клиникобиологические аспекты*. – Москва : Азбука, 2015. – С. 132-135.
66. Розенбаум, А.Ю. Оптимизация комплексного лечения пациентов с хроническим апикальным периодонтитом : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / А.Ю. Розенбаум. – Самара, 2016. – 145 с.
67. Розенбаум, А.Ю. Оценка эффективности обработки корневого канала 3% раствором гипохлорита натрия с последующей обработкой ультразвуком при хроническом апикальном периодонтите / А.Ю. Розенбаум, В.П. Тлустенко, М.А. Постников // *Эндодонтия today*. – 2017. – № 4. – С. 58-61.
68. Романова, Т.В. Сравнительная оценка методов консервативного лечения больных с перфорациями твердых тканей зуба : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Т.В. Романова. – Самара, 2013. – 151 с.

69. Роудз, Дж.С. Повторное эндодонтическое лечение: Консервативные и хирургические методы / Дж.С. Роудз ; пер. с англ. М.К. Макеева. – Москва : МЕДпресс-информ, 2009. – 216 с.

70. 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.

71. Соломонов, М. О. О перелечивании. Академический монолог / М. Соломонов. – Москва : АМБ, 2014. – 209 с.

72. Сравнительная характеристика препаратов для временного пломбирования корневых каналов при лечении апикального периодонтита / С. Сирак, А. Адамчик, Т. Кобылкина [и др.] // Эндодонтия Today. – 2016. – № 14 (4). – С. 25-28.

73. Сравнительный анализ степени механической очистки стенки корневого канала при использовании различных лазерных систем и фотосенсибилизаторов / Л.Ю. Орехова, Т.В. Порхун, В.Ю. Вашнева, Е.А. Рубежова // Эндодонтия Today. – 2018. – № 16 (4). – С. 67-69.

74. Современные представления о качестве эндодонтического лечения / С.В. Микляев, О.М. Лионова, А.В.Сущенко [и др.] // Медицина и физическая культура: наука и практика. – 2019. – Т. 1, № 3. – С. 16-21.

75. Терапевтическая стоматология : учебник для студентов мед. вузов, обучающихся по спец. «Стоматология» / Е.В. Боровский, В.С. Иванов, Г.В. Банченко [и др.] ; под ред Е.В. Боровского. – Москва : МИА, 2011. – 798 с.

76. Сравнение качества различных методов ирригации корневых каналов в процессе эндодонтического лечения / И.А. Беленова, Д.Ю. Харитонов, А.В. Сущенко [и др.] // Эндодонтия Today. – 2016. – № 2. – С. 3-7.

77. Федотов, Д.Ю. Экспериментально-клиническое обоснование применения параметров YAG:Er лазерного излучения в одонтопрепарировании: дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / Д.Ю. Федотов. – Санкт-Петербург, 2010. – 142 с.

78. Хазанова, В.В. Сравнительная оценка антимикробного действия некоторых антисептиков, применяемых при обработке корневых каналов / В.В. Хазанов // Клиническая стоматология. – 1997. – № 3. – С. 8-11.
79. Харкевич, Д.А. Фармакология / Д.А. Харкевич, В.П. Фисенко, О.Н. Чиченков, В.В. Чурюканов, Е.Ю. Лемина, В.А. Шорр. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 908 с.
80. Хюльсманн, М. Проблемы эндодонтии. Профилактика, выявление и устранение / М. Хюльсманн, Э. Шефер. – Москва : Азбука, 2009. – 586 с.
81. Цаболова, И.Т. Совершенствование методов эндодонтического лечения заболеваний пульпы и периодонта : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.01.14 / И.Т. Цаболова. – Москва, 2011. – 20 с.
82. Шарапова, А.И. Влияние излучения АИГ-неодимового лазера на состав и структуру твердых тканей зуба : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.21 / А.И. Шарапова. – Казань, 1995. – 22 с.
83. Шумилович Б.Р. Клинико-лабораторные параллели структуры никельтитановых эндодонтических инструментов и их клинической эффективности / Б.Р. Шумилович, И.С. Биштова, Д.Е. Хренов, Л.М. Адунц, А.М. Фонштейн // Прикладные информационные аспекты медицины. 2021. Т. 24. № 1. С. 35-44.
84. Шумский, А.В. Причины неудач при эндодонтическом лечении / А.В. Шумский, Е.А. Кочкалева, А.Ю. Поздний // Эндодонтия today. – 2003. – Т. 4, № 3-4. – С. 715.
85. Эрбиевый лазер с длиной волны 2,69 мкм в одонтопрепарировании / В.Н. Балин, А.С. Гук, А.К. Иорданишвили [и др.] // Новое в стоматологии. – 1995. — № 4. – С. 31-32.
86. Оценка гемодинамики тканевого кровотока в периапикальных тканях после эндодонтического лечения хронического апикального периодонтита / Е.К. Кречина, Л.Б. Ярыгина, Ю.А. Винниченко [и др.] // Стоматология. – 2018. – Т. 97, № 6-2. – С. 66.

87. A study of the distribution of endotoxin in the dentinal wall of infected root canals / N. Horiba, Y. Maekawa, T. Matsumoto, H. Nakamura // *J. Endod.* – 1990. – Vol. 16, № 7. – P. 331-334.

88. Agonistic and antagonistic interaction between chlorhexidine and endodontic agents: a critical review / Z. Mohammadi, L. Giardino, F. Palazzi [et al.] // *Iran Endod. J.* – 2015. – Vol. 10, № 1. – P. 1-5.

89. An analysis in vivo of intracanal bacterial load before and after chemo-mechanical preparation: A comparative analysis of two irrigants and two activation techniques / C. Rico-Romano, Á. Zubizarreta-Macho, M.R. Baquero-Artigao [et al.] // *J. Clin. Exp. Dent.* – 2016. – Vol. 8, № 1. – P. e9-e13.

90. An in vitro comparison of the bactericidal efficacy of lethal photosensitization or sodium hypochlorite irrigation on *Streptococcus intermedius* biofilms in root canals / G.J. Seal, Y.L. Ng, D. Spratt [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2002. – Vol. 35, № 3. – P. 268-274.

91. Antimicrobial susceptibility and characterization of virulence genes of *Enterococcus faecialis* isolates from teeth with failure of the endodontic treatment / M. Barbosa-Ribiero, A. De-Jesus-Soares, A.A. Zaia [et al.] // *J. Endod.* – 2016. – Vol. 42, № 7. – P. 1022-1028.

92. Bacteria recovered from teeth with apical periodontitis after antimicrobial endodontic treatment / L.E. Chavez de Paz, G. Dahien, A. Molander [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2003. – Vol. 36, № 7. – P. 500-508.

93. Bactericidal effect of a 980-nm diode laser in the root canal wall dentin of bovine teeth / N. Gutknecht, R. Franzen, M. Schippers, F. Lampert // *Clin. Laser Med. Surg.* – 2004. – Vol. 22, № 1. – P. 9-13.

94. Berkiten, M. In vitro study of the penetration of *Streptococcus sanguis* and *Prevotella intermedia* strains into human dentinal tubules / M. Berkiten, I. Okar, R. Berkiten // *J. Endod.* – 2000. – Vol. 26, № 4. – P. 236-239.

95. Bussey, K. A Comparison of Success With 1-Appointment and 2-Appointment Molar Root Canal Therapy / K. Bussey // J. Endod. – 2004. – Vol. 30, № 4. – P. 274-275.

96. Comparison of the Effect of Various Irrigants on Apically Extruded Debris after Root Canal Preparation / M. Parirokh, S. Jalali, A.A. Haghdoost, P.V. Abbott // J. Endod. – 2012. – Vol. 38, № 2. – P. 196-199.

97. Cultivable bacteria in infected root canals as identified by 16S rRNA gene sequencing / J.F. Jr. Siqueira, I.N. Rôças, S.S. Paiva [et al.] // Oral. Microbiol. Immunol. – 2007. – Vol. 22 4. – P. 266-271.

98. Deep sequencing of the oral microbiome reveals signatures of periodontal disease. – doi.org/10.1371/journal.pone.0037919 / B. Liu, L.L. Faller, N. Klitgord [et al.] // PLoS ONE. – 2012. – Vol. 7, № 6. – URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0037919>. – Дата публикации: 04.06.2012.

99. Dentinal tubule disinfection using three calcium hydroxide formulations / S. Cwikla, M. Belanger, S. Giguere [et al.] // J. Endod. – 2005. – Vol. 31, № 1. – P. 50-52.

100. Effect of 2% Chlorhexidine Gel as an Intracanal Medication on the Apical seal of the Root Canal System / R. Wuerch, M. Apicella, P. Mines [et al.] // J. Endod. – 2004. – Vol. 30, № 12. – P. 1124.

101. Effectiveness of a new method of disinfecting the root canal, using Er, Cr:YSGG laser to kill *Enterococcus faecalis* in an infected tooth model / M.E. Licata, A. Albanese, G. Campisi [et al.] // Lasers Med. Sci. – 2015. – Vol. 30, № 2. – P. 707-712.

102. Efficacy of a sustained-release device containing chlorhexidine and Ca(OH)₂ in preventing secondary infection of dentinal tubules / I. Heling, D. Steinberg, S. Kenig [et al.] // Int. Endod. J. – 1992. – Vol. 25, № 1. – P. 20-24.

103. Endodontic retreatment of dens invaginatus presenting with gutta-percha overfilling at the attached gingiva and chronic apical periodontitis: unusual clinical

report / C.R. Robazza, J.C. Alves e Motta, M.L. de Carli [et al.] // *J. Contemp. Dent. Pract.* – 2013. – Vol. 14, № 3. – P. 556-559.

104. Endodontic therapy associated with calcium hydroxide as an intracanal dressing: microbiologic evaluation by the Checkerboard DNA-DNA hybridization technique / C. Soriano de Souza, R. Teles, R. Souto [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2005. – Vol. 31, № 2. – P. 79-83

105. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long-term study / M.K. Caliřkan, B.H. Sen // *Endod. Dent. Traumatol.* – 1996. – Vol. 12, № 5. – P. 215-221.

106. *Enterococcus* spp. in endodontically treated teeth with and without periradicular lesions / B. Kaufman, L. Spangberg, J. Barry, A. Fouad // *J. Endod.* – 2005. – Vol. 31, № 3. – P. 851-856.

107. Evaluation of the bactericidal potential of 2780-nm ER,CR:YSGG and 940-nm diode lasers in the root canal system / P. Erben, A.M. Chang, R.P. Darveau [et al.] // *Laser. Dent. Sci.* – 2019. – Vol. 3, № 2. – P. 137-146.

108. Harrison, J.W. Irrigation of the root canal system / J.W. Harrison // *Dent. Clin. North. Am.* – 1984. – Vol. 28, № 4. – P. 797-808.

109. Hydrogen Peroxide Versus Sodium Hypochlorite: All a Matter of pH / E. Trautmann, T. Attin, D. Mohn, M. Zehnder // *J. Endod.* – 2021. – Vol. 47, № 2. – P. 297-302.

110. In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on *Enterococcus faecalis* / E.K. Sirén, M.P. Haapasalo, T.M. Waltimo, D. Ørstavik // *Eur. J. Oral. Sci.* – 2004. – Vol. 112, № 4. – P. 326-331.

111. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations / A. Moritz, N. Gutknecht, K. Goharkhay [et al.] // *Quintessence Int.* – 1997. – Vol. 28, № 3. – P. 205-209.

112. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following handrotary instrumentation in human mandibular molars / R. Gutarts, J. Nusstein, A. Reader, M. Beck // *J. Endod.* – 2005. – Vol. 31, 3. – P. 166-170.

113. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study / H. Haapasalo, E. Siren, T. Waltimo [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2000. – Vol. 33, № 2. – P. 126-131.

114. Infection Control in Retreatment Cases: In Vivo Antibacterial Effects of 2 Instrumentation Systems / R.C. Rodrigues, H.S. Antunes, M.A. Neves [et al.] // *J. Endod.* – 2015. – Vol. 41(10). – P. 1600-1605.

115. Influence of dentin on the effectiveness of antibacterial agents / Z. Ergucu, K. Hiller, G. Schmalz // *J. Endod.* – 2005. – Vol. 31, № 2. – P. 124-129.

116. Interaction between EDTA and Sodium Hypochlorite: A Nuclear Magnetic Resonance Analysis / N.M. Grande, G. Plotino, A. Falanga [et al.] // *Int. Endod.* – 2006. – Vol. 32, № 5. – P. 460-464.

117. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate / B.R. Basrani, S. Manek, R.N.S. Sodhi [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2007. – Vol. 33, № 8. – P. 966-969.

118. Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy / K. Mizutani, A. Aoki, D. Coluzzi [et al.] // *Periodontol.* 2000. – 2016. – Vol. 71, № 1. – P. 185-212.

119. Lee, S.J. The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from different-sized simulated plastic root canals / S.J. Lee, M.K. Wu, P.R. Wesselink // *Int. Endod. J.* – 2004. – Vol. 37, № 9. – P. 607-612.

120. Management of chronic periodontitis using chlorhexidine chip and diode laser-A clinical study / K.A. Jose, M. Ambooken, J.J. Mathew [et al.] // *J. Clin. Diagn. Res.* – 2016. – Vol. 10, № 4. – P. ZC76-ZC80.

121. Microbiological evaluation of photo-activated disinfection in endodontics (an in vivo study) / S.J. Bonsor, R. Nichol, T.M.S. Reid, G.J. Pearson // *Br. Dent. J.* – 2006. – Vol. 200, № 6. – P. 337-341.

122. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis / A. Molander, C. Reit, G. Dahlén, T. Kvist // *Int. Endod. J.* – 1998. – Vol. 31, № 1. – P. 1-7.
123. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions / E.T. Pinheiro, B.P.F.A. Gomes, C.C.R. Ferraz [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2003. – Vol. 36, № 1. – P. 1-11.
124. Migration of a *Streptococcus sanguis* strain through the root dentinal tubules / F. Perez, P. Calas, A. de Falguerolles, A. Maurette // *J. Endod.* – 1993. – Vol. 19, № 6. – P. 297-301.
125. Mounce, R. Повторное эндодонтическое лечение: диагностика и возможности / R. Mounce // *Эндодонтическая практика.* – 2007. – Вып. 2, № 3. – С. 15-18.
126. Nair, P.N.R. On the causes of persistent apical periodontitis: a review / P.N.R. Nair // *Int. Endod. J.* – 2006. – Vol. 39, № 4. – P. 249-281.
127. Nanotechnology Approaches for Better Dental Implants / A.P. Tomsia, M.E. Launey, J.S. Lee [et al.] // *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* – 2011. – Vol. 26 (Suppl). – P. 25-49.
128. Naoum, Y.J. Temporization for endodontics / Y.J. Naoum, N.P. Chandler // *Int. Endod. J.* – 2002. – Vol. 35, № 12. – P. 964-978.
129. Olivi, G. Photoacoustic Endodontics using PIPS™: experimental background and clinical protocol : review / G. Olivi, E. DiVito // *J. Laser Health Acad.* – 2012. – Vol. 2012, № 1. – P. 22-25.
130. Oral Laser Application / A.F. Moritz, F. Beer, K. Goharkhay [et al.]. – Berlin : Quintessence, 2006. – ISBN 1850971501. – 547 p.
131. Paredes-Vieyra, J. Success rate of single-versus two-visit root canal treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial / J. Paredes-Vieyra, F.J. Enriquez // *J. Endod.* – 2012. – Vol. 38, № 9. – P.1164-1169.
132. pH Required to Kill *Enterococcus faecalis* in Vitro / P. McHugh Christopher, P. Zhang, S. Michalek, P.D. Eleazer // *J. Endod.* – 2004. – Vol. 30, № 4. – P. 218-219.

133. Pouresmail, M. Effects of various concentrations and combinations of chlorhexidine and citric acid on *Enterococcus faecalis*-infected teeth / M. Pouresmail, S. Shabahang, M. Torabinead // *J. Endod.* – 2005. – Vol. 31, № 3. – P. 218.

134. Qu, C.N. Effects of Er, Cr: YSGG laser on the root surface of periodontitis and healthy teeth / C.N. Qu, J. Kang, Q.X. Luan // *Beijing Da Xue Xue Bao.* – 2016. – Vol. 48, № 1. – P. 71-75.

135. Raab, W.H. Biologische Grundlagen der Endodontie [Biological bases of endodontics] / W.H. Raab // *Zahnärztl. Mitt.* – 1991. – Vol. 81, № 9. – P. 858-863. – (In German).

136. Real-time quantitative PCR and culture analyses of *Enterococcus faecalis* in primary and refractory endodontic infections / J. Williams, M. Trope, M. Heffernan, D. Shugars // *J. Endod.* – 2005. – Vol. 31, № 3. – P. 217.

137. Ricucci, D. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries- a histobacteriological study of treated cases / D. Ricucci, G. Bergenholtz // *Int. Endod. J.* – 2003. – Vol. 36, № 11. – P. 787-802.

138. Risk factors for developing apical periodontitis in general population / L.L. Kirkevang, M. Vaeth, P. Hersted-Bindslev [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2007. – № 40, № 4. – P. 290-299.

139. Single versus two visits with 1-week intracanal calcium hydroxide medication for endodontic treatment: One-year post-treatment results from a multicentre randomised controlled trial / F. Fonzar, A. Mollo, M. Venturi [et al.] // *Eur. J. Oral. Implantol.* – 2017. – Vol. 10, № 1. – P. 29-41.

140. Siqueira Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis / R.C.V. Rodrigues, H. Zandi, A.K. Kristoffersen [et al.] // *J. Endod.* – 2017. – Vol. 43, № 7. – P. 1058-1063.

141. Siqueria, Jr. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review / Jr. Siqueria, H. Lopes // *Int. Endod. J.* – 1999. – Vol. 32, № 5. – P. 361-369.
142. Siqueria, Jr. Microbial causes of endodontic flare-ups / Jr. Siqueria // *Int. Endod. J.* – 2003. – Vol. 36, № 7. – P. 453-463.
143. Solomonov, M. Fractured endodontic instrument: a clinical dilemma. Retrieve, bypass or entomb? / Solomonov M, Webber M, Keinan D. // *N. Y. State Dent. J.* – 2014. – Vol. 80, № 5. – P. 50-52.
144. Sonntag, D. Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part 1): a literature review / D. Sonntag, S. Stachniss-Carp, V. Stachniss // *Aust. Endod. J.* – 2005. – Vol. 31, № 3. – P. 89-93.
145. Success rate of direct pulp capping with calcium hydroxide / D. Sonntag, K. Kook, M. Ney, V. Stachniss [et al.] // *J. Endod.* – 2005. – Vol. 31, № 3. – P. 246.
146. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro / I. Saleh, I. Ruyter, M. Haapasalo, K. Orstavik // *Int. End J.* – 2004. – Vol. 37, № 3. – P. 193-198.
147. Tang, Z. Clinical study of single-visit root canal treatment with a nickel-titanium (Ni-Ti) rotary instrument combined with different ultrasonic irrigation solutions for elderly patients with chronic apical periodontitis / Z. Tang, H. Wang, S. Jiang // *Biomed. Mater. Eng.* – 2015. – Vol. 26, Suppl. 1. – P. S311-S318.
148. Textbook of Endodontology / by ed. G. Bergenholtz, P. Hoested-Bindslev, C. Reit. – 2nd Ed. – Chichester : Wiley-Blackwell, 2010. – 402 p.
149. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria / S.J. Card, A. Sigurdsson, D. Ostravik [et al.] // *J. Endod.* – 2002. – Vol. 28, № 11. – P. 779-783.
150. The efficacy of Er,Cr:YSGG laser supported periodontal therapy on the reduction of peridontal disease related oral malodor: a randomized clinical study / Ö. Dereci, M. Hatipoğlu, A. Sindel [et al.] // *Head Face Med.* – 2016. – Vol. 12, № 1. – P. 20-21.

151. Trope, M. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: Single vs. multivisit treatment / M. Trope, O. Delano, D. Orstavik // J. Endod. – 1999 – Vol. 25, № 5. – P. 345-351.

152. Ultramorphological and histochemical changes after ER,CR:YSGG laser irradiation and two different irrigation regimes / E. Altundasar, B. Ozelik, Z.C. Cehreli, K. Matsumoto // J. Endod. – 2006. – Vol. 32, № 5. – P. 465-468.

153. Ultrasonic in endodontics: a review of the literature / G. Plotino, C.H. Pameijer, N.M. Grande [et al.] // J. Endod. – 2007. – Vol. 33, № 2. – P. 81-95.

154. Visualization of adherent micro-organisms using different techniques / C. Hannig, M. Follo, E. Hellwig, A. Al-Ahmad. // J. Med. Microbiol. – 2010. – Vol. 59, Pt. 1. – P. 1-7.

155. Wong, A.W. A systematic review of nonsurgical single-visit versus multiple-visit endodontic treatment / A.W. Wong, C. Zhang, C.H. Chu // Clin. Cosmet. Investig. Dent. – 2014. – Vol. 6. – P. 45-56.

156. Yuanita, T. Expression of Osteoprotegrin and Osteoclast Level in Chronic Apical Periodontitis Induced with East Java Propolis Extract / T. Yuanita, N. Zubaidah, S. Kunarti // Iranian Endodont. J. – 2018. – Vol. 13, № 1. – P. 42-46.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения

МКБ-Х — Международная классификация болезней 10-го пересмотра

нм — нанометр

ЭДТА — этилендиаминтетрауксусная кислота

ЭОД — электроодонтодиагностика

Er Cr: YSGG — эрбий, хром: иттриево-скандиево-галлиевый гранат

ISO — Международная система стандартов

RTF — волоконно-оптические насадки с радиальным излучением