

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

На правах рукописи



Дикопова Наталья Жоржевна

**Этиопатогенетическое обоснование применения аппаратных методов
диагностики и лечения при патологических состояниях пульпы зуба**

3.1.7. Стоматология

1.5.11. Микробиология

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научные консультанты:

доктор медицинских наук, профессор

Волков Александр Григорьевич

доктор медицинских наук, профессор

Царев Виктор Николаевич

Москва – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	18
1.1. Диагностика состояния нервно-рецепторного аппарата пульпы зубов	18
1.2. Важность сохранения витальности пульпы	23
1.3. О роли микробиоты при патологических состояниях пульпы зуба	27
1.4. Проблемы дезинфекции корневых каналов зубов.....	38
1.5. Применение дополнительных методов обработки корневых каналов зубов, связанных с повышением температуры	49
1.6. Анатомические особенности корневой системы зубов, вызывающие затруднение при дезинфекции	53
1.7. Лечение зубов при облитерациях в корневой системе.....	56
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	60
2.1. Изучение эффективности применения различных форм тока и разных контактных сред при проведении электроодонтодиагностики	62
2.1.1. Анкетирование врачей - стоматологов по вопросам применения электроодонтодиагностики в практической деятельности	62
2.1.2. Изучение эффективности применения различных форм тока при проведении электроодонтодиагностики	63
2.1.3. Изучение влияния контактной среды на изменение электропроводности эмали зубов при проведении электроодонтодиагностики	65
2.2. Изучение эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба	66
2.2.1. Определение оптимальных параметров местной озонотерапии, применяемых при случайном вскрытии зуба	66
2.2.2. Изучение влияние местной озонотерапии на регенераторные возможности пульпы зуба в эксперименте.....	68
2.2.2. Изучение клинической эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба.....	69

2.3. Изучение эффективности применения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов	71
2.3.1. Определение оптимальных параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов	72
2.3.2. Определение дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий, при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте.....	78
2.3.3. Определение клинической эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов	80
2.4. Определение эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными каналами.....	82
2.4.1. Изучение распределения соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода.....	82
2.4.2. Исследование противомикробного действия анодного растворения в эксперименте медных и серебряно-медных электродов	84
2.4.3. Клинико-лабораторное исследование противомикробной эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении хронических форм пульпита	88
2.4.4. Определение клинической эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными каналами.....	89
2.5. Статистическая обработка полученных результатов	96
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	97
3.1. Результаты изучения эффективности применения различных форм тока и разных контактных сред при проведении электроодонтодиагностики	97
3.1.1. Результаты анкетирования врачей - стоматологов по вопросам применения электроодонтодиагностики в практической деятельности	97
3.1.2. Результаты изучения эффективности применения различных форм тока при проведении электроодонтодиагностики.....	99

3.1.3. Результаты изучения влияния контактной среды на изменение электропроводности эмали зубов при проведении электроодонтодиагностики..	104
3.2. Результаты изучения эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба	105
3.2.1. Результаты определения оптимальных параметров местной озонотерапии, применяемых при случайном вскрытии зуба	105
3.2.2. Результаты изучения влияния местной озонотерапии на регенераторные возможности пульпы зуба эксперименте	109
3.2.3. Результаты изучения клинической эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба	113
3.3. Результаты изучения эффективности применения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов	115
3.3.1. Результаты определения оптимальных параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов	115
3.3.2. Результаты определения дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте	120
3.3.3. Результаты определения дезинфицирующей эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов.....	125
3.3.4. Результаты определения клинической эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов.....	126
3.4. Результаты изучения эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными каналами	129
3.4.1. Результаты изучения распределение соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода	129

3.4.2. Результаты изучения влияния на микробиоту корневых каналов зубов в эксперименте анодного растворения медных и серебряно-медных электродов	132
3.4.3. Результаты клинико-лабораторного исследования влияния на микробиоту корневых каналов зубов внутриканального анодного растворения медных электродов при лечении хронических форм пульпита	141
3.4.4. Результаты изучения клинической эффективности применения различных видов трансканальных воздействий постоянным током при лечении больных с хроническими формами пульпита в зубах с облитерированными корневыми каналами более чем на половину длины корня	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	152
ВЫВОДЫ	180
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	183
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	185

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Современная стоматология характеризуется тем, что при осложнениях кариеса разрабатываются и внедряются новые технологии и совершенствуются протоколы лечения. Но несмотря на широкий арсенал применяемых новых технологий, инструментария и материалов, лечение не всегда бывает эффективным. По данным рентгенологического исследования установлено, что только в 13,4% случаев корневые каналы были запломбированы удовлетворительно. Даже при условии качественной obturации в 5-8% случаев наблюдается воспаление в периодонте.

Т.П.Скрипникова и соавторы (2017) считают, что на фоне современных достижений в эндодонтии, за последние годы увеличилось количество осложнений, связанных с эндодонтическими вмешательствами, а потребность в повторном эндодонтическом лечении в два раза больше, чем в первичном лечении пульпита и периодонтита. По мнению большинства исследователей данной проблемы, эффективность лечебных мероприятий напрямую связана с развитием аппаратных физических методов диагностики и лечения [231].

Согласно протоколу лечения, успешный результат в эндодонтии обеспечивает своевременная, качественная диагностика, тщательная дезинфекция корневой системы с учетом индивидуальных особенностей анатомии зубов и плотная obturация корневых каналов [105]. Аппаратные методы применяются на всех этапах эндодонтического лечения зубов. Для определения состояния пульпы зуба и оценки качества ее девитализации используется электроодонтодиагностика, где в качестве раздражителя, позволяющего оценить состояние нервных элементов пульпы зуба, используется электрический ток. Важной проблемой является сохранение жизнеспособности пульпы зуба при случайном вскрытии пульпарной камеры. Кроме того, актуальной проблемой является повышение эффективности дезинфекции системы корневого канала как в его проходимой, так и в

облитерированной части системы корневого канала. В решении этих проблем важную роль играет применение физических факторов с лечебной целью. Особый интерес вызывает использование озонотерапии, высокоинтенсивных лазерных воздействий и применения переменного тока высокой частоты, а также трансканальных воздействий постоянным током, при которых используется с лечебной целью анодное растворение электродов, помещенных в корневой канал зуба. В доступной литературе имеются сведения об использовании отдельных видов физических факторов на разных этапах эндодонтического лечения, позволяющих повысить эффективность разных этапов эндодонтического лечения. Однако отсутствуют сведения о согласованном и последовательном применении физических факторов с диагностической и лечебной целью на всех этапах лечения осложнений кариеса зубов.

Решение данной проблемы позволит повысить эффективность эндодонтического лечения, обеспечивающего высокое качество и долгосрочный результат лечебных мероприятий, что имеет большое научное и практическое значение для современной стоматологии.

Степень разработанности темы исследования

Любое эндодонтическое вмешательство должно начинаться с качественного обследования, обязательно включающего наряду с рентгенологическим исследованием, электроодонтодиагностику. В настоящее время для тестирования состояния пульпы используют различные формы и виды электрического тока. Однако, на сегодняшний день имеются лишь единичные исследования сравнительной диагностической эффективности, имеющейся в арсенале современной стоматологии аппаратуры [46,78].

При этом использование не качественной аппаратуры приводит к диагностическим ошибкам и дискредитации метода, поэтому актуальным является проведение научно-обоснованной стандартизации аппаратуры для электроодонтодиагностики, а также методики проведения данного исследования,

что даст возможность повысить достоверность и информативность метода и будет способствовать повышению качества лечения.

Не теряет актуальность возможность сохранения витальности пульпы при её случайном вскрытии. В связи с этим, перспективным является исследование антимикробного и регенераторного действие на ткани пульпы такого физического фактора, как местная озонотерапия [158,159].

По данным Алёхиной О.В., 2011, в дополнение к традиционному препарированию и обработке корневых каналов зубов с целью повышения качества дезинфекции, перспективно использование физических факторов как при проведении первичного, так и повторного эндодонтического лечения. К методам, позволяющим повысить качество противомикробной обработки корневых каналов, относятся воздействия, способные вызывать локальное повышение температуры в корневом канале. К таким методам относится высокочастотная диатермокоагуляция. и применение высокоинтенсивного лазерного излучения. Однако в доступной литературе имеются весьма противоречивые сведения об антибактериальной эффективности, безопасности и клинической целесообразности применения того или иного вида термического воздействия. В связи с этим, изучение данного вопроса сохраняет свою актуальность.

Корневые каналы могут иметь многочисленные ответвления, что делает лечение весьма затруднительным. Даже в центральных резцах верхней челюсти, более чем в 30 % случаев, наблюдается разветвлённая апикальная дельта [38].

Качественно обработать непроходимую часть корневого канала невозможно стандартными методами. В настоящее время для лечения зубов, имеющих разветвленную апикальную дельту и частично облитерированные корневые каналы, применяют апекс-форез [14].

Однако на сегодняшний день не решена проблема лечения зубов, корневые каналы которых облитерированы более чем на половину их длины. В связи с этим актуальным является вопрос разработки способа трансканального воздействия постоянным током, дающего возможность сохранять такие зубы за счет эффективной дезинфекции облитерированной части корневого канала.

Таким образом, для повышения качества эндодонтического лечения необходимо использовать весь имеющийся арсенал диагностических и лечебных средств. Применение физических методов и аппаратных комплексов позволит сделать эндодонтическое лечение более полноценным. Разработка новой медицинской лечебной и диагностической аппаратуры, отвечающей современным требованиям, совершенствование существующих методик использования физических факторов позволит повысить качество и эффективность лечебных мероприятий, что будет способствовать снижению количества осложнений и необходимости повторных вмешательств.

Цель и задачи исследования

Цель: Создание системы профилактики осложнений на основании комплексного применения инновационных физических аппаратных методов при диагностике и лечении патологических состояний пульпы зуба.

Задачи:

1. Исследовать различные формы тока, используемые в настоящее время для определения состояния пульпы зуба.
2. Оценить диагностическую эффективность разных форм тока, применяемых для оценки состояния пульпы зуба.
3. Изучить эффективность различных контактных сред, применяемых при проведении электроодонтодиагностики.
4. На основании изучения антибактериального действия определить оптимальные параметры местной озонотерапии, применяемые при случайном вскрытии зуба.
5. Изучить влияние местной озонотерапии на регенераторные возможности пульпы зуба.
6. Определить клиническую эффективность местной озонотерапии при сохранении пульпы после случайного вскрытия, травмы пульповой камеры.

7. Определить оптимальные параметры одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов на основании микробиологических и физических методов исследования.
8. Изучить антибактериальную эффективность различных видов термических воздействий, применяемых при эндодонтическом лечении зубов.
9. Определить клиническую эффективность одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов.
10. Изучить влияние на микробиоту корневых каналов зубов внутриканального анодного растворения медного электрода.
11. Изучить распределение соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода.
12. Определить клиническую эффективность внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными каналами.
13. На основании полученных данных сформулировать концепцию согласованного и последовательного применения аппаратных методов диагностики и лечения при различных видах патологии пульпы зубов.

Научная новизна

1. Впервые определены и изучены в сравнительном аспекте эффективности диагностики четыре формы тока, которые используются для определения состояния пульпы зуба в настоящее время и доказано, что для определения состояния пульпы зуба при проведении электроодонтодиагностики необходимо использовать переменный ток синусоидальной формы частотой 50 Гц.
2. Впервые изучена эффективность различных контактных сред, применяемых при проведении электроодонтодиагностики на предмет наиболее эффективного снижения контактного электросопротивления твердых тканей зуба и увеличения точности исследования при проведении электроодонтодиагностики.

3. На основании микробиологических исследований впервые определены оптимальные параметры местной озонотерапии, применяемые при случайном вскрытии зуба

4. Изучено влияние местной озонотерапии на регенераторные возможности пульпы зуба.

5. Определена клиническая эффективность местной озонотерапии при сохранении пульпы после случайного вскрытия, травмы пульповой камеры.

6. Определены оптимальные и безопасные параметры одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов на основании микробиологических и физических методов исследования.

7. Изучена антибактериальная эффективность различных видов термических воздействий, применяемых при эндодонтическом лечении зубов.

8. Определена клиническая эффективность одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов.

9. Изучено в эксперименте распределение соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода.

10. Изучено влияние на микробиоту корневых каналов зубов внутриканального анодного растворения медного электрода.

11. Определена клиническая эффективность внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными корневыми каналами при лечении различных видов хронического пульпита.

12. Впервые разработана система профилактики осложнений на основании комплексного применения инновационных физических аппаратных методов при диагностике и лечении патологических состояний пульпы зуба.

13. Доказана эффективность разработанной поэтапной системы профилактики осложнений при лечении патологических состояний пульпы в различных клинических ситуациях и в зависимости от анатомических особенностей корневых каналов зубов с использованием аппаратных методов.

Теоретическая и практическая значимость работы

Дано этиопатогенетическое обоснование комплексного подхода при диагностике и лечении патологических состояний пульпы зуба в различных клинических ситуациях и в зависимости от анатомических особенностей корневых каналов зубов с использованием аппаратных методов.

Решена проблема оптимизации этапов диагностики и лечения патологических состояний пульпы зуба в различных клинических ситуациях и в зависимости от анатомических особенностей корневых каналов зубов с использованием аппаратных методов, позволяющая повысить эффективность и качество лечебных мероприятий, и дающая возможность обеспечить надежную профилактику осложнений при эндодонтическом лечении зубов.

Оригинальность диссертационного исследования подтверждена 2 патентами РФ.

Полученные в результате диссертационного исследования данные позволяют внести коррективы в протоколы лечения осложнений кариеса, а также в клинические рекомендации для практикующих врачей стоматологов.

Методология и методы исследования

Диссертация выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Результаты диссертационной работы доказаны на обширном экспериментальном и клиническом материале. С помощью экспериментальных исследований изучена антибактериальная эффективность озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба, изучена антибактериальная эффективность различных способов обработки проходимой части корневого канала с помощью различных термических воздействий, антибактериальная эффективность внутриканального анодного растворения медного электрода в отношении микробиоты корневых каналов при пульпите и периодонтите.

С помощью клинического исследования изучена эффективность проведения электроодонтодиагностики с использованием разных форм тока и определена их диагностическая ценность, изучена и доказана эффективность комплексной оптимизации этапов лечения патологических состояний пульпы зуба в различных клинических ситуациях и в зависимости от анатомических особенностей корневых каналов зубов с использованием аппаратных методов.

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

Личный вклад автора

Автором был составлен план и алгоритмы проведения всех экспериментальных и клинических исследований. Автором самостоятельно проведен анализ современной отечественной и зарубежной литературы по теме исследования.

Автором проведено анкетирование 150 практикующих врачей-стоматологов терапевтов. Автор самостоятельно проводил лечение и изучал эффективность сохранения жизнеспособности пульпы зуба у 50 пациентов в зубах с глубокими кариозными полостями. Проводил лечение и изучал эффективность комплексной оптимизации этапов эндодонтического лечения при проходимых и облитерированных корневых каналов зубов у 200 пациентов.

Автор принимал непосредственное участие в проведении экспериментов и микробиологических методов исследования. По результатам проведенного диссертационного исследования получены 2 патента РФ.

Автор выполнил лично в полном объеме статистическую обработку, полученных в ходе исследования данных, оформление и иллюстрацию диссертационной работы.

Положения, выносимые на защиту

1. Для определения состояния пульпы зуба при проведении электроодонтодиагностики необходимо использовать переменный ток синусоидальной формы частотой 50 Гц.
2. Применение озонотерапии при случайном вскрытии пульповой камеры повышает эффективность сохранения жизнеспособности пульпы зубов.
3. Применение одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов позволяет эффективно дезинфицировать и девитализировать пульпу в проходимой части корневого канала.
4. Применение внутриканального анодного растворения медного электрода при эндодонтическом лечении зубов позволяет эффективно дезинфицировать облитерированную часть корневых каналов зубов.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 3.1.7. Стоматология, отрасли наук: медицинские науки, а также областям исследования согласно пунктам 1, 8, 9 паспорта специальности «Стоматология» и паспорту научной специальности 1.5.11. Микробиология согласно пунктам 13 и 15.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным количеством экспериментальных и клинических наблюдений, использованием современных, адекватных методов исследования.

1. VII Всероссийский конгресс «Физиотерапия, лечебная физкультура, реабилитация, спортивная медицина» 12-13 марта, Москва 2024. Секционный доклад на тему «Применение диатермокоагуляции и высокоинтенсивного лазерного излучения при эндодонтическом лечении зубов в стоматологии»,

Дикопова Н.Ж., Волков А.Г.

2. Международная конференция «Современные проблемы реабилитации при различных патологиях с использованием курортно-природных ресурсов и достижений медико-технической науки». Карловые Вары, 27-28 мая 2019 г. Секционный доклад на тему: Антибактериальная эффективность физических факторов, обладающих тепловым действием, при эндодонтическом лечении зубов. Дикопова Н.Ж., Волков А.Г.

3. V Международный конгресс «Физиотерапия, лечебная физкультура, реабилитация, спортивная медицина» 30-31 октября, Москва – 2019 г. Секционный доклад на тему: Трансканальные воздействия постоянным током при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами, возможности и перспективы развития. Дикопова Н.Ж., Волков А.Г., Талалаев Е.Г.

4. Симпозиум «Современные концепции в диагностике, планировании и прогнозировании лечения пациентов с заболеваниями зубочелюстной системы» в рамках XLIV Всероссийской научно-практической Конференции СТАР «Актуальные проблемы стоматологии», Москва, 27 апреля 2021 года. Секционный доклад: Электроодонтодиагностика и ее роль в определении состояния нервно-рецепторного аппарата пульпы зуба при эндодонтическом лечении зубов. Дикопова Н.Ж., Волков А.Г.

5. Симпозиум «Современные междисциплинарные подходы к диагностике, профилактике и лечению стоматологических заболеваний» в рамках XVIII научно-практической конференции «Современные методы диагностики, лечения и профилактики стоматологических заболеваний», 26 октября 2022 года, г. Санкт-Петербург, Экспофорум. Секционный доклад: Аппаратные методы диагностики и лечения в эндодонтии. Дикопова Н.Ж., Волков А.Г.

6. XLVIII Всероссийская научно-практической Конференция СТАР «Актуальные проблемы стоматологии» Симпозиум «Принципы междисциплинарного подхода к диагностике, профилактике и лечению стоматологических заболеваний» 24 апреля 2023 года, Москва, МВЦ «Крокус Экспо». Секционный доклад: «Применение диатермокоагуляции в

эндодонтической практике лечения зубов». Дикопова Н.Ж., Волков А.Г.

7. Международная научно-практическая конференция, посвященная 80 - летию Рязанского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова, Рязань, 18 – 19 мая 2023 года. Секционный доклад: Использование аппаратных методов диагностики и лечения при патологических состояниях пульпы зуба. Волков А.Г., Дикопова Н.Ж.

Апробация проведена на межкафедральном заседании кафедр: кафедры терапевтической стоматологии, кафедры челюстно-лицевой хирургии имени академика Н.Н. Бажанова, кафедры ортодонтии и профилактики, кафедры хирургической стоматологии стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) и кафедры микробиологии, вирусологии, иммунологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России 31 августа 2026 года, протокол № 12.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 30 работ, в том числе 8 научных статей в журналах, включенных в Перечень ВАК при Минобрнауки России, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора медицинских наук; 10 статей в изданиях, индексируемых в международных базах Web of Science, Scopus, PubMed; 1 статья в издании, индексируемом в базе RSCI; 7 иных публикаций по результатам исследования (в т.ч. 4 учебно-методических пособия); 1 монография; 1 патент; 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ; 1 публикация в сборнике материалов международной научной конференции.

Внедрение результатов исследования в практику

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) при изучении дисциплин: «Терапевтическая стоматология» и дисциплины по выбору «Биофизические технологии в стоматологии», читаемых студентам, ординаторам, аспирантам по направлению подготовки специальности 31.05.03 Стоматология. Также результаты диссертационной работы внедрены в лечебный процесс отделения Терапевтической стоматологии Института стоматологии имени Е.В. Боровского Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Диссертация изложена на 239 страницах машинописного текста, содержит 5 таблиц, 56 рисунков и 1 схему. Список литературы включает 437 наименований работ, из них 297 отечественных и 139 зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Эндодонтия – это направление в стоматологии, которое наиболее активно развивается, но несмотря на широкий арсенал применяемых новых технологий, инструментария и материалов, лечение не всегда бывает эффективным. Европейская ассоциация эндодонтологии отмечает, что частота успеха первичного эндодонтического лечения составляет 80 %, по данным Американской эндодонтической ассоциации эта цифра составляет от 53 до 80 %, иногда - 95 %. Российские исследователи получили данные, что первичное эндодонтическое лечение составляет 29 %. По данным рентгенологического исследования установлено, что только 13,4% случаев корневые каналы были запломбированы удовлетворительно. В многочисленных литературных источниках утверждается, что даже при условии качественной obturation в 5-8% случаев наблюдается воспаление в периодонте. Т.П.Скрипникова и соавт. (2018) считают, что на фоне современных достижений в эндодонтии, за последние годы увеличилось количество осложнений, связанных с эндодонтическими вмешательствами, а потребность в повторном эндодонтическом лечении в два раза больше, чем в первичном лечении пульпита и периодонтита [231].

Согласно протоколу лечения, успешный результат в эндодонтии обеспечивает своевременная, качественная диагностика, тщательная дезинфекция корневой системы с учетом индивидуальных особенностей анатомии зубов и плотная obturation корневых каналов.

1.1. Диагностика состояния нервно-рецепторного аппарата пульпы зубов

Любое эндодонтическое вмешательство должно начинаться с качественного обследования, обязательно включающего наряду с рентгенологическим исследованием, электроодонтодиагностику.

Электроодонтодиагностика – это диагностический метод определения состояния иннервационного аппарата зуба с помощью электрического тока. При проведении электроодонтодиагностики используется свойство нервной ткани приходить в состояние возбуждения при раздражении электрическим током. Определяется пороговое возбуждение болевых и тактильных рецепторов пульпы зуба или периодонта. Электрический ток, проходя через ткани зуба, не повреждает пульпу и периодонт, точно дозируется.

В 1949 году профессор Л.Р. Рубин разработал адекватную методику исследования электровозбудимости зубов, получившую название «Электроодонтодиагностика». Сам термин «Электроодонтодиагностика» в медицинскую практику был введен Л.Р. Рубиным. На основании обширных исследований, посвященных изучению электросопротивления и электропроводности тканей зуба, развитию иннервационного аппарата пульпы зуба, ему удалось создать уникальную адекватную методику определения состояния иннервационного аппарата зуба с помощью электрического тока. Под руководством Л.Р. Рубина разрабатывались аппараты для проведения электроодонтодиагностики, было изучено, как меняется электровозбудимость зубов при различных заболеваниях челюстно-лицевой области [220,221].

В нашей стране были созданы следующие аппараты: ЭДАР, ОД–1, ОД–2, ОД–2М, ОСМ–50, ИВН–1, ЭОМ–1, ЭОМ–3. но в 90-е годы, в связи с развалом производства медицинского оборудования, стандартизированные отечественные аппараты перестали выпускать.

Электроодонтодиагностика позволяет не только правильно поставить диагноз, но и контролировать эффективность проводимого лечения. Особое значение это имеет при травме зубов и лечении обратимых форм пульпита. Авторы Yu C и Abbott PV отмечают, что пульпа зуба является уникальной тканью, и ее важность в долгосрочном прогнозе состояния зуба часто игнорируется клиницистами [424]. Анатомическое строение зуба уникально тем, что пульпа зуба находится в жесткой камере, которая обеспечивает надежную механическую поддержку и защиту от богатой микробами среды полости рта. Если эта жесткая

оболочка теряет свою структурную целостность, пульпа оказывается под угрозой неблагоприятных воздействий. Масштабы проблем, связанных с пульпой, не следует недооценивать, поскольку их наиболее серьезным последствием является оральный сепсис, который может быть опасным для жизни, и, следовательно, необходимы правильная диагностика и лечение. Клиницисты должны иметь полное представление о физиологических и патологических особенностях пульпы зуба, а также о биологических последствиях лечебных вмешательств.

В литературном обзоре, посвященном обзору современных методов диагностики состояния пульпы зуба, А.В.Митронин и соавторы (2020 год) очень подробно описаны различные методы диагностики., от температурных проб, реодентографии, фотоплетизмографии, ультразвуковой доплерографии, лазерной доплеровской флуометрии, до оценки степени воспаления пульпы по биохимическим показателям десневой жидкости. Однако в этом обзоре недооцениваются возможности электроодонтодиагностики. На основании работы Jespersan J.J. at all 2014, обнаруживших, что при остром пульпите в 62,5 % случаев имеет электровозбудимость до 20 мкА, авторы обзора делают вывод, что электроодонтодиагностика не всегда позволяет объективно оценивать состояние пульпы, а болевая реакция часто является субъективной. Но все клинические рекомендации отмечают, что диагноз не может быть поставлен опираясь только на один метод исследования, а формируется на основании совокупности основных и дополнительных методов исследования.

А.В. Митронин и соавторы запатентовали способ неинвазивной молекулярно-биологической диагностики болезней пульпы [195].

Технический результат заявленного изобретения заключается в обеспечении возможности дифференциальной диагностики различных нозологических форм болезней пульпы за счет создания надежной системы критериев протеомного диагностирования, который включает определение воспалительного статуса пульпы путем изучения уровня экспрессии белковых идентификаций дентинной жидкости исследуемого зуба, по результатам которого определяют резервные возможности пульпы к сохранению ее жизнеспособности. Указанный способ

осуществляется следующим образом. После проведения местной анестезии и изоляции рабочего поля, препарируют кариозную полость зуба с целью удаления некротизированных тканей или старой реставрации, затем осуществляют стимуляцию скорости тока дентинной жидкости (методом дегидратации) и в полость зуба вносят целлюлозную мембрану на 5 минут с целью забора биологического материала. В полученном образце дентинной жидкости определяют уровень экспрессии белка альфа-1-антихимотрипсин методом иммуноферментного анализа, и при значениях более 5.35 нг/мл диагностируют начальный пульпит с развитием обратимого воспаления в тканях пульпы, при значениях 2.06-5.34 нг/мл - острый пульпит с необратимым воспалением в тканях пульпы, а при значениях альфа-1-антихимотрипсин менее 1.54 нг/мл у пациентов диагностируют хронические формы пульпита с низкими репаративными возможностями пульпы.

Заявленная методика является инновационной и очень важной для научных исследований, но применение ее в практической стоматологии на сегодняшний день затруднительно и требует наличия в поликлинике лаборатории, где проводится иммуноферментный анализ. И еще существует важный аспект стоимости данного исследования.

По данным Ricucci D et al 2014, Совпадение клинического и гистологического диагнозов необратимого пульпита имело место в 27 из 32 (84,4%) случаев [409]. Инфекция, распространяющаяся на ткань пульпы, была обычным явлением в зубах с необратимым пульпитом, но никогда не наблюдалась в нормальной/обратно воспаленной пульпе. Результаты с использованием определенных критериев для клинической и гистологической классификации состояний пульпы показали хорошее совпадение, особенно в случаях отсутствия заболевания или обратимого заболевания. Это означает, что классификация состояния пульпы на нормальную пульпу, обратимый пульпит и необратимый пульпит имеет высокие шансы на правильное лечение в подавляющем большинстве случаев. Однако по-прежнему существует потребность в усовершенствованных и улучшенных средствах надежной диагностики пульпы.

В настоящее время рынок медицинской продукции предлагает зарубежные и отечественные аппараты для проведения электроодонтодиагностики, в которых используются различные формы токов. Однако, на сегодняшний день, не проведено ни одного исследования сравнительной диагностической эффективности имеющейся на рынке аппаратуры. В доступной литературе отсутствуют сведения о проводимых в последние годы научных исследованиях, посвященных аппаратным методам диагностики при эндодонтическом лечении. Имеются отдельные работы по изучению эффективности апекс-локации при эндодонтическом лечении, в частности в 2003 Антанян А.А. изучал и сравнивал применение различных систем апекс-локаторов в эндодонтии.

Электроодонтодиагностика рекомендована Минздравом РФ для применения в медицинских учреждениях стоматологического профиля. Но зачастую затраченные средства себя не оправдывают в связи с низкой диагностической эффективностью приобретенных аппаратов.

Петрикас А.Ж. и соавторы, 2022 провели сравнение диагностических характеристик двух аппаратов для электроодонтометрии при использовании их для оценки эффективности местной анестезии в стоматологии. В исследовании было выявлено преимущество аппарата, использующего в качестве стимула переменный синусоидальный ток в точности диагностики наступления анестезии и такие аппараты очень ценны для изучения системных проблем в стоматологии. Эти данные согласуются с работой И.М. Макеевой и соавторами. 2017, где сказано, что импульсный переменный ток низкой частоты, используемый для определения пороговой реакции пульпы, не повреждает ткани зуба даже при многократных исследованиях, точно дозируется и измеряется [206].

По мнению Кожевниковой А.И. и Калягиной А.А. [289], аппарат для электроодонтодиагностики должен быть в каждом кабинете стоматологической поликлиники. Но ни в одной работе, кроме нашей статьи Макеевой И.М. и соавт. в журнале Стоматология №2 за 2017 г., не обсуждается вопрос качества и государственной стандартизации используемой аппаратуры. Использование аппаратов электроодонтодиагностики низкого качества приводит к врачебным

ошибкам и дискредитации метода. Актуальным является проведение научно-обоснованной стандартизации аппаратуры для электроодонтодиагностики, а также методики проведения данного исследования, что даст возможность повысить достоверность и информативность метода и будет способствовать повышению качества лечения.

Таким образом, на сегодняшний день назрела существенная необходимость в проведении исследований по изучению электропроводности и электрофизиологии тканей зуба, которые позволят оптимизировать электроодонтодиагностику, дадут возможность разработать стандарты параметров используемого электрического тока для рекомендаций по созданию аппарата нового поколения для качественной электроодонтодиагностики

1.2. Важность сохранения витальности пульпы

Сохранение жизнеспособности пульпы зубов при случайном вскрытии во время стоматологического приема является актуальной проблемой в стоматологическом сообществе. Терапия витальной пульпы - это биологический и консервативный метод лечения, направленный на сохранение жизнеспособности и функции ткани пульпы в жизнеспособных постоянных зубах. Также терапию витальной пульпы (VPT) определяют, как «лечение, направленное на сохранение и поддержание ткани пульпы, которая была нарушена, но не разрушена обширным кариесом, травмой зубов и реставрационными процедурами, или по ятрогенным причинам», предлагает некоторые преимущества по сравнению с традиционным эндодонтическим лечением корневых каналов зубов. О преимуществах наличия в зубе живой пульпы, являющейся наилучшим барьером от микробной инвазии при кариесе и не позволяющей проникнуть патологическим микроорганизмам в периодонт, известно давно. Сохранение витальности пульпы зуба позволяет восстановить ее реактивную способность, трофическую и пластическую функцию [274,275,297], тогда как депульпирование зубов сопровождается многосторонней дезорганизацией и деминерализацией зубных тканей [37,245,270].

Сохранение жизнеспособности пульпы в процессе лечения сопровождается уменьшением степени ее повреждения и восстановлением целостности дентино - пульпарного комплекса.

Проприоцептивная чувствительность девитализированного зуба выше, чем у витального в 2,5 раза. Таким образом, зубы с живой пульпой значительно лучше защищены от разрушения, чем депульпированные [120].

Особенно важно сохранить пульпу при лечении глубокого кариозного процесса и случайном ее вскрытии при механической обработке дефекта зуба [53,119].

В детской стоматологии большое значение имеет применение способа прямого покрытия пульпы из-за частых травм зубов у детей и подростков. При лечении зубов с незавершенным формированием корней, сохранение витальности пульпы обеспечивает процесс дальнейшего их развития [112].

С другой стороны, проводя лечебные мероприятия, направленные на сохранение витальности пульпы, стоматологу необходимо быть уверенным в прогнозируемости результата, иметь возможность проводить контроль за состоянием пульпы, что позволит предотвратить развитие периодонтита. Такой контроль качества лечения возможен только с помощью метода электроодонтодиагностики. Этот метод позволяет оценить изменения в пульпе в ранние сроки возникновения патологии [379]. Это является профилактикой периодонтита.

При применении биологического метода встаёт вопрос о прогнозе эффективности проводимого лечения. Ранее выполненные исследования, показали, что успешного результата при прямом покрытии пульпы можно достичь более чем в 50,3% случаев [84,122,365,415].

Огромное количество научных работ посвящено изучению и разработке материалов для прямого покрытия пульпы [54,111,300]. Хотя в различных исследованиях использовался разный исследовательский подход, в большинстве исследований отмечен благоприятный результат лечения. Агрегат триоксида минерала (МТА), по-видимому, более эффективен, чем гидроксид кальция (Са

(ОН) 2) для поддержания долгосрочной жизнеспособности пульпы после непрямого и прямого покрытия пульпы. Тем не менее, похоже, что частота успеха при частичной пульпотомии и пульпотомии с Ca (ОН) 2 аналогична МТА детально изучена биосовместимость, цитотоксичность различных материалов, а также их влияние на репаративные процессы пульпы зубов в эксперименте [331], а в некоторых исследованиях в клинической практике [107]. «Золотым стандартом» среди материалов, применяемых в настоящее время для прямого покрытия пульпы, по мнению большинства авторов, является минеральный триоксидный агрегат [303,345,389]. Но достаточно ли применять для высокой эффективности лечения только этот материал без дополнительных методов лечения. Коллектив авторов предложили применять для регенерации пульпы материалы для ее прямого покрытия в комбинации с методом озонотерапии [84], но в данной работе не применялись для прямого покрытия пульпы ни минеральный триоксидный агрегат, ни его аналоги.

Отсутствие инфицирования является наиболее значимым условием для сохранения жизнеспособности пульпы. По данным исследований на животных, в течение двух часов после вскрытия микробная контаминация незначительна и еще возможно прямое покрытие [3]. При более длительном обнажении пульпы инфекция распространяется на глубину около 2 мм., что в дальнейшем приводит к тотальному инфицированию коронковой пульпы.

Кроме того, важным является профилактика кровотечения при случайном вскрытии пульповой камеры. Кровотечение из пульпы приводит к образованию на пульпарной ране кровяного сгустка, что ухудшает прогноз лечения [251].

Установлено влияние озона на свертывающую систему крови. При местном воздействии озон способствует прекращению капиллярного кровотечения [135].

Местное применение озонированных растворов показало свою эффективность при профилактике посттравматических воспалительных осложнений у больных с открытыми переломами нижней челюсти [262].

Johansson E. et al. (2009) выясняли антибактериальное воздействие газообразного озона, полученного с помощью генератора Healozone 2130C, на

кариесогенные виды микроорганизмов. Авторы установили, что после обработки озоном в течение 10 секунд погибали 92,1% *Actinomyces naeslundii*, 73,5% *Streptococcus mutans*, 64,2% *Lactobacilli casei*, а после обработки в течение 60 секунд все бактерии были полностью устранены [370].

Kustarci A. et al. (2009) установили, что антибактериальный эффект при обработке инфицированных корневых каналов газообразным озоном был выше, чем при воздействии лазером [309].

Bocsi V. et al. (2009) указывают на то, что после пяти десятилетий, характеризовавшихся эмпиризмом и некоторыми предубеждениями относительно использования озона, правильно рассчитанные дозы озона могут оказывать терапевтический эффект без токсического действия на организм человека. Преимущество озонотерапии заключается в одновременном воздействии на несколько патогенетических звеньев заболеваний. Бесспорное значение имеет и экономическая эффективность данного метода [350].

Универсальность механизма действия озонотерапии: наличие противомикробного, противовоспалительного, иммуномодулирующего, кровоостанавливающего действия, способности влиять на процессы микроциркуляции и регенерации, отсутствие, побочных эффектов, предполагают возможность использования данного вида воздействия при лечении обратимых форм пульпита. Механизм лечебного действия озонотерапии связан с высоким окислительно-восстановительным потенциалом озона, что обеспечивает с одной стороны дезинфицирующий эффект в отношении бактерий, вирусов и грибов, с другой – приводит к активизации метаболических процессов в тканях. Озон взаимодействует с белково-липидными комплексами мембран клеток и плазмы крови, что способствует преобразованию и синтезу биологически активных веществ, усилению активности иммунокомпетентных клеток, улучшению реологии и кислородтранспортной функции крови.

Интерес к применению озонотерапии в стоматологической практике в настоящее время очень высок. Озонотерапию применяют при лечении воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области, в частности,

воспалительных процессов в мягких тканях, и в костных структурах, при лечении бисфосфонатного остеонекроза челюстей, при лечении остеомиелита, а также в комплексе лечения заболеваний пародонта. Известны работы, посвященные применению озонотерапии при лечении заболеваний твердых тканей зубов. [315,379,392,414]. Это привело нас к идее продолжить исследование в данном направлении, применяя в комплексе современный материал для прямого покрытия пульпы зубов и воздействие озоно-воздушной смеси непосредственно на участок обнаженной пульпы.

Изучению эффективности применения озонотерапии в сочетании с методом прямого покрытия пульпы посвящена часть нашего исследования.

1.3. О роли микробиоты при патологических состояниях пульпы зуба

Согласно данным отечественных исследователей, посвященным эпидемиологии одонтогенной патологии, доля осложненных форм кариеса в общей структуре заболеваний зубов достигает 88,9%. В количественном выражении на одного обследованного пациента в среднем приходится 5,37 зуба с признаками осложненного кариеса, из которых 2,51 зуба ранее подвергались эндодонтическому лечению, а 2,86 зуба – не лечились [122,123,265]. Представленные эпидемиологические данные согласуются с данными зарубежных исследователей [356,389].

Современные представления о патогенезе пульпита неразрывно связаны с пониманием роли микробного фактора. При пульпите определяется полиморфная микробиота с преобладанием ассоциаций стрептококков и других грамотрицательных кокков, гнилостных микробов, грамположительных палочек, фузоспирохетной флоры и грибов. Наиболее часто представлены ассоциации стрептококков и лактобактерий, реже - стафилококки. Доказано, что прогноз эндодонтического лечения значительно ухудшается при повторных вмешательствах, эффективность которых не превышает 67%, тогда как при

первичном лечении успешность достигает 90%. В данном контексте прослеживается прямая зависимость между качеством деконтаминации корневого канала от бактериальной микробиоты и ближайшими и отдалёнными результатами терапии.

В своей работе Хулаев И.В. и соавторы выделили 149 штаммов из 10 таксономических групп с преобладанием грамположительных бактерий (76,5%), что согласуется с литературными данными. Идентифицированы 2 рода грамположительных, 7 — грамотрицательных бактерий и дрожжеподобные грибы *Candida*. Среди грамположительных доминировали стафилококки (53% культур), при этом *S.aureus* и *S.epidermidis* встречались с близкой частотой (39 и 40 штаммов соответственно). Стрептококки выявлены лишь в 2,5% случаев, преимущественно за счет *S.salivarius* (68,7%), тогда как *S.mutans* составили 9,4%. Обращает внимание высокая высеваемость нейссерий (10% всех микроорганизмов), представленных видами *N.mucosa* и *N.sicca* (последние — в 4 раза чаще). Грамотрицательные бактерии (клебсиеллы, энтеробактеры, протеи, бранхомеллы, псевдомонады) составили 23,5%, из них псевдомонады — 3,4%. Также выделено 3 штамма грибов рода *Candida* [220]. Очевидно, авторы не проводили анаэробное культивирование биопроб, поэтому представленные данные нельзя признать полноценными.

Как показало исследование Л.М. Лукиных и соавторов, частота высеваемости факультативных и облигатных анаэробов при хроническом пульпите существенно различается. Авторы отмечают, что факультативно-анаэробные микроорганизмы, преимущественно *Streptococcus* spp. (35,5%), *Neisseria* spp. и *Lactobacillus* spp. (23,5%), встречаются значительно чаще. В то же время облигатные анаэробы выделяются реже, причем их структура представлена главным образом *Fusobacterium* spp., *Peptococcus* spp. и *Leptotrichia* spp. (29,4% и 11,8% — соответственно) [122].

Развитие пульпита как следствия кариозного поражения всегда происходит на сенсibilизированном фоне. Гиперергический характер воспалительной реакции обусловлен предварительным контактом пульпарных структур с

токсическими продуктами распада дентина и бактериальными эндотоксинами из кариозной полости [92].

Альтернативными путями инфицирования являются гематогенный и ретроградный. Гематогенный путь возможен при вирусных инфекциях или остеомиелите. Ретроградное распространение инфекции возможно из апикальных или латеральных очагов воспаления, что способно провоцировать пульпит даже в клинически интактных зубах.

Культуральные и молекулярные микробиологические исследования подтвердили разнообразие внутриканальной микрофлоры. В образцах зубов с разными эндодонтическими заболеваниями выделено около 500 видов как высеваемых, так и невысеваемых микробов [9]. Для сравнения в полости рта человека обитает около 700 видов. Большая их часть – факультативные и облигатные анаэробы [7].

На сегодняшний день из 500 «эндодонтических» микробов основными считаются лишь 20-30 представителей следующих родов:

- фузобактерии (*Fusobacterium* spp.),
- порфиромонады (*Porphyromonas* spp.),
- превотеллы (*Prevotella* spp),
- трепонемы (*Treponema* spp.),
- таннереллы (*Tannerella* spp.),
- актиномицеты (*Actinomyces* spp., кислотопродуцирующая кариесогенная микробиота),
- стрептококки (*Streptococcus* spp., кислотопродуцирующая кариесогенная микробиота)
- энтерококки (*Enterococcus faecalis*, *E. faecium*)
- пропионобактерии (*Propionibacterium* spp.)
- кандиды (*Candida* spp.)
- другие анаэробные кокки (*Peptostreptococcus anaerobius*, *Peptococcus* spp.)

Высокая распространенность *Enterococcus faecalis* при вторичной инфекции объясняется рядом факторов, в том числе способностью этого микроорганизма прикрепляться к дентину и проникать в дентинные каналы, выживать в течении длительного времени в условиях дефицита питательных веществ, развиваться самостоятельно без синергии с другими бактериями. Кроме того, этот вид характеризуется устойчивостью к защитным механизмам организма, генетическим полиморфизмом и возможностью формировать биопленку. Штаммы *Enterococcus faecalis* исключительно устойчивы к различным антимикробным агентам, применяемым при эндодонтическом лечении, в том числе к гидроксиду кальция, а также к неблагоприятному изменению pH вплоть до 11,5. Эта бактерия считается потенциальным патогеном при персистирующей апикальной патологии, а элиминировать ее из системы корневых каналов очень сложно [8,9].

Также сравнительно недавно стало известно, что *Candida albicans* встречается в системе корневых каналов, что является достаточно странным фактом, ибо данный грибок является преимущественно поверхностным микроорганизмом и обитает на поверхностях слизистых оболочек. Данный микроорганизм приводит именно к затяжным формам периодонтитов, как и *E.faecalis* [9].

Среди всего многообразия микроорганизмов, идентифицированных в инфицированных корневых каналах, особое внимание исследователей привлекают виды, обладающие выраженными патогенными свойствами и способные инициировать или ускорять деструктивные процессы в пульпе. Ключевым аспектом в оценке роли условно-патогенных бактерий является анализ факторов патогенности. Вирулентность данных микробов складывается из способности к адгезии, колонизации, блокировке защитных сил организма и продукции токсинов [92,101,413,432].

В связи с этим особый интерес в патологии пульпы представляет *Enterococcus faecalis* и другой агрессивный вид данного семейства – *E. faecium*. В 2021 году Баранцевич Н.Е. и соавторы подтвердили устойчивость *E. faecalis* к неблагоприятным факторам внешней среды, что позволяет его рассматривать как

один из основных возбудителей вторичных эндодонтических инфекций. Авторы подчеркивают, что с данным микроорганизмом ассоциировано 33% неудач при лечении указанной патологии, что обусловлено наличием как природной, так и приобретенной резистентности к антимикробным препаратам.

Следует отметить, что представления об исключительной роли *E. faecalis* в развитии вторичных инфекций в последнее время пересматриваются. Ряд исследований указывают на то, что микробиота корневых каналов при неудачном эндодонтическом лечении характеризуется более сложным полимикробным профилем, а *E. faecalis*, хотя и часто встречается, не всегда является доминирующим микроорганизмом [303].

Значительный прогресс в понимании роли микробиоты при патологии пульпы стал возможен благодаря эволюции методов ее изучения. Традиционные культуральные методы, основанные на посеве биологического материала на питательные среды, позволяли идентифицировать лишь ограниченный круг микроорганизмов, способных к росту в искусственных условиях. К хорошо культивируемым видам, как раз, и относятся представители грамположительных кокков (стафилококки, стрептококки, энтерококки), а также лактобактерии, лептотрихии и нейссерии. Это создавало искаженное представление о микробном пейзаже. С другой стороны, за последние десятилетия традиционно считалось, что анаэробные грамотрицательные бактерии являются основными возбудителями эндодонтических инфекций. Вместе с тем, культуральный подход имеет существенные ограничения, поскольку значительная часть микробиоты рта (до 50%) не поддается культивированию в стандартных условиях, что создавало неполную картину микробного пейзажа при пульпите [410]. Новые технологии молекулярных исследований - ПЦР и метагеномное секвенирование, включая высокопроизводительные методы секвенирования следующего поколения (NGS), позволяет не только оценить таксономический состав микробного сообщества, но и выявить новые, потенциально патогенные виды бактерий, которые ранее не были ассоциированы с пульпитом.

Внедрение молекулярно-генетических технологий, в первую очередь секвенирования гена 16S рРНК, произвело революцию в изучении микробиома корневого канала. В отличие от культурального подхода, 16S rDNA-секвенирование позволяет идентифицировать некультивируемые и даже нежизнеспособные бактерии по наличию их генетического материала, что дает более полную картину микробного разнообразия. Этот подход позволил идентифицировать таксоны, ранее не обнаруженные в образцах оральной микробиоты, и показал, что бактериальное разнообразие в полости рта больше, чем считалось ранее [381].

В последние годы одним из наиболее значимых достижений в изучении этиологии пульпита стало обоснование ключевой роли *Fusobacterium nucleatum* в патогенезе данного заболевания. В работе Лу Чжоу и соавторов (2024) проведена всесторонняя оценка изменений микробиоты при пульпите с использованием секвенирования 16S рРНК. Авторами установлено, что *F. nucleatum* является наиболее распространенным видом в микробном пейзаже воспаленной пульпы и играет патогенную роль, ускоряя прогрессирование заболевания в экспериментальной модели пульпита у крыс. В ходе исследования показано, что при совместном культивировании одонтобластоподобных клеток с *F. nucleatum* активируются путь стимулятора генов интерферона (STING) и процессы аутофагии. В процессе стимуляции *F. nucleatum* наблюдается нестабильная экспрессия STING: на ранних этапах данный белок деградирует посредством аутофагии, тогда как на поздних стадиях *F. nucleatum* индуцирует продукцию митохондриальных активных форм кислорода (ROS), вызывает митохондриальную дисфункцию и последующий выход митохондриальной ДНК (мтДНК) в цитозоль. Попадая в цитозоль, мтДНК связывается с циклической ГМФ-АМФ-синтазой (сGAS), что запускает воспалительный каскад. В эксперименте *in vivo* у мышей с нокаутом STING (*STING^{-/-}*) 28 дней после индукции пульпита *F. Nucleatum* наблюдалась менее выраженная резорбция периапикальной кости и более низким ИФН- β в сыворотке по сравнению с

мышами дикого типа. Полученные данные говорят о том, что *F. Nucleatum* усугубляет прогрессирование пульпита.

Список микроорганизмов, вовлеченных в поражение корневых каналов, продолжает расширяться. В результате проведенного анализа некротизированной пульпы был выделен *Dialister pneumosintes* – неферментативный, неспорообразующий, облигатно-анаэробный, грамотрицательный микроорганизм. При исследовании 32 зубов, *D. pneumosintes* был определен в 77% случаев [139].

Доказано участие *Fusobacterium nucleatum* в возникновении обострений периодонтита после проведения эндодонтического лечения. В период обострения периодонтита, наряду с *F. nucleatum*, существенную роль играют грамотрицательные бактерии родов *Prevotella* и *Porphyromonas* [97].

Для определения трудно культивируемых микроорганизмов используются молекулярно-генетические методы исследования, основанные на полимеразной цепной реакции (ПЦР). Исследование 54 зубов с инфицированной пульпой с помощью ПЦР показало наличие пигментообразующих бактерий в 59,3% исследованных зубов. В 13 случаях выявлено более 2 пигментообразующих видов. *Porphyromonas endodontalis* был зафиксирован в 42,6%, *Porphyromonas gingivalis* – 27,8%, *Prevotella nigrescens* – 7,4% [95, 101, 127, 135, 138, 141]. При анализе 91 инфицированного зуба в околоверхушечном очаге воспаления отмечены: *Streptococcus anginosus* в 16,7%, *Fusobacter nucleatum* - 14,3%, *Bacteroides forsythus* - 7,1% случаев [136, 140].

Значительную роль в инфицировании периодонта играет *T. denticola* [137, 140]. Этот вид микроорганизмов присутствовал в 10 корневых каналах у пациентов без обострения периодонтита, в 8 из 15 каналов при обострении заболевания, в пяти из 10 при остром гнойном периодонтите.

Важная особенность микрофлоры корневых каналов заключается в ее способности усиливать свою патогенность в присутствии разных видов - смешанной культуре. Например, *F. nucleatum* проявляет слабую патогенность в чистой культуре, однако, в смешанной – синергическое действие сопутствующих бактерий увеличивает патогенность фузобактерий. Имеются данные, что

бактероиды и анаэробные кокки резко усиливают вирулентность стрептококков. Пигментообразующие виды способны вызывать «экспериментальную инфекцию» только в смешанных культурах [57].

В последние годы активно развиваются методологии, объединяемые термином «омиксные технологии», которые включают метагеномику, метатранскриптомику, протеомику и метаболомику [410]. Эти подходы обеспечивают переход от микробиоцентричного взгляда к холистическому пониманию пульпита как сложного заболевания, развивающегося в результате динамического взаимодействия полимикробного сообщества и иммунного ответа хозяина. Инфекционный процесс инициирует каскад воспалительных реакций, в котором ключевую роль играют как врожденные, так и адаптивные механизмы защиты.

Микробные компоненты, такие как липотейхоевая кислота и липополисахариды, распознаются толл-подобными рецепторами (TLR) на поверхности клеток пульпы, в частности одонтобластов и фибробластов. Активация TLR запускает продукцию провоспалительных цитокинов, включая интерлейкин-6 (IL-6) и хемокин CXCL8 (IL-8), что способствует миграции иммунных клеток в очаг воспаления. Хемоаттракция незрелых дендритных клеток, макрофагов, CD4⁺ Т-лимфоцитов и естественных киллеров (NK-клеток) усиливает локальный иммунный ответ [375].

В ряде работ исследуется роль липотейхоевой кислоты (ЛТК) грамположительных бактерий, в том числе представителей рода *Lactobacillus*, в инициации воспалительного ответа пульпы. ЛТК, являясь одним из основных компонентов клеточной стенки, обладает выраженными провоспалительными свойствами и способна модулировать болевую чувствительность при пульпите.

В работах Прибади Н. и соавторов на моделях крыс показано, что липотейхоевая кислота *L. plantarum* в концентрациях 10–15 мкг/мл индуцирует острое воспаление пульпы, сопровождающееся увеличением числа нейтрофилов (в течение 24–72 ч) и лимфоцитов (через 48–72 ч), при этом подавляется

экспрессия TGF- β 1 и VEGF-A, что нарушает переход от воспалительной фазы к пролиферативной и может приводить к некрозу пульпы [420].

Шайеган А. и соавторы (2021) продемонстрировали, что ЛТК стимулирует пролиферацию и миграцию стволовых клеток пульпы взрослого человека, а также их цитокинпродуцирующую активность без влияния на остеогенную дифференцировку [366].

В исследовании Островской И.Г. и соавторов (2016) на модели крыс изучалась реакция пульпы на введение ингибитора TLR4, одного из ключевых рецепторов, распознающих липополисахариды. Авторы зафиксировали изменения в активности ферментов и уровне провоспалительных цитокинов, что указывает на участие TLR4 в модуляции воспалительного ответа [44].

Одонтобласты, традиционно рассматриваемые как клетки, ответственные за формирование дентина, в условиях бактериальной инвазии приобретают иммунокомпетентные свойства. Они экспрессируют антимикробные пептиды — β -дефенсины (BD-1, BD-2). В здоровой пульпе одонтобласты конститутивно экспрессируют BD-1 и, в меньшей степени, BD-2, что рассматривается как механизм первичной защиты бактериальной инвазии. При воспалении экспрессия β -дефенсинов может изменяться, однако данные об их регуляции при необратимом пульпите остаются противоречивыми.

Известно, что многие антигенные структуры микроорганизмов и тканей человека обладают общими антигенными детерминантами, что обуславливает перекрёстное реагирование антител, вырабатываемых против бактерий, с собственными тканями макроорганизма. Это взаимодействие запускает каскад деструктивных и воспалительных реакций, опосредованных активацией системы комплемента. В частности, в плазме крови пациентов, у которых высевается *Streptococcus mutans*, обнаруживаются антитела, реагирующие с компонентами сердечной ткани, и в меньшей степени — с антигенами скелетных мышц. Циркулирующие иммунные комплексы инициируют как острые, так и хронические воспалительные процессы, а также лежат в основе реакций гиперчувствительности замедленного типа. Длительная антигенная нагрузка на

организм ассоциирована с развитием эндокардита, хронического гепатита, гломерулонефрита, пневмонии, а также реактивными изменениями со стороны центральных и периферических органов иммунной системы [95].

При развитии пульпита, а тем более некроза пульпы, пульпа повреждена настолько, что восстановление невозможно, и даже после удаления раздражителя она не заживет. Пульпа будет постепенно дегенерировать, вызывая некроз и реактивное разрушение. Прогрессирование воспалительного процесса до стадии острого абсцесса указывает на необратимое состояние пульпы. Микроорганизмы, в основном бактерии, присутствующие в передней части кариозного дентина, могут рассматриваться как этиологически значимые в развитии пульпита. Наиболее часто обнаруживаемым микробом при необратимом пульпите являются грамположительные палочки, такие как лактобактерии, стрептококки, но помимо них были обнаружены и грамотрицательные анаэробы, такие как виды *Prevotella*. Усиленный рост этих организмов наблюдался из-за увеличения содержания гликопротеинов в воспалительном экссудате, обнаруживаемом при необратимом пульпите. (Мартин Ф. и др. [13], Чжэн Дж. и др. [14]) Захран С. и др. (2021) [15] определили наличие бактерий внутри пульпы, проявляющей клинические симптомы необратимого пульпита, используя молекулярные методы, и обнаружили, что наиболее распространенными родами были *Veillonella* (16%), *Streptococcus* (13%), *Corynebacterium* (10%), *Cutibacterium* (9,3%) и *Porphyromonas* (5,7%). Чжэн и др. (2019) [14] провели исследование для идентификации микробиоты глубокого кариеса дентина, прогрессирующего от обратимого пульпита к необратимому пульпиту, и обнаружили, что в пульпе с глубоким кариесом и обратимым пульпитом как *Firmicutes*, так и *Actinobacteria* были очень многочисленны, тогда как при симптоматическом необратимом пульпите наибольшая численность наблюдалась у *Firmicutes*. Эти результаты могут указывать на то, что количество *Actinobacteria* уменьшается, а *Firmicutes* увеличивается по мере развития кариеса.

Полная дегенерация пульпы включает в себя присутствие облигатных и факультативных анаэробов, среди которых наиболее часто встречались

грамотрицательные палочки (*Prevotella*, *Porphyromonas*) и грамположительные кокки (*Streptococcus* и *Peptostreptococcus*). Их присутствие было объяснено низким парциальным давлением кислорода и высокой доступностью питательных веществ из-за обнаженной пульпы в случае некроза пульпы. Chu F et al., Fabris A et al., Cavalcante AM et al. (2018) провели исследование для анализа типа микробиоты, присутствующей внутри некротических корневых каналов, с помощью цветного метода Грама [364]. Было исследовано 30 корневых каналов с помощью абсорбирующих бумажных конусов, которые затем были засеяны в культуральную среду Brain Heart Infusion Agar (BHI) и инкубированы в печи в течение 48 часов при 37°C. Было установлено, что во всех корневых каналах с некрозом пульпы и периапикальными поражениями были обнаружены грамотрицательные микроорганизмы (100%), тогда как в каналах 23 зубов удалось обнаружить кокки и грамположительные бациллы (95,8%).

Авторы пришли к выводу, что статистически значимой разницы между количеством грамположительных и грамотрицательных бактерий при эндодонтических инфекциях не было, что указывает на смешанный состав микробиоты при этих эндодонтических инфекциях [310,311,314,364,381,411].

Таким образом, микроорганизмы играют несомненную роль в инфицировании корневых каналов. Эндодонтические инфекции отличаются от других инфекций полости рта тем, что возникают в замкнутой среде, окруженной твердыми тканями. Эндодонтические инфекции составляют почти 40-50% от общего числа заболеваний полости рта. В зависимости от состояния зуба можно идентифицировать различные бактерии, а также грибы и вирусы (кариес, пульпит, некроз зуба, острый/хронический периодонтит и персистирующие внутри- и внекорневые инфекции). Таким образом, знание микробиологии эндодонтических инфекций помогает в лечении этого заболевания.

Современные представления о роли микробиоты при патологических состояниях пульпы зуба базируются на комплексном анализе микробного разнообразия, факторов патогенности и иммунопатологических механизмов, что

создаёт теоретическую основу для разработки новых диагностических и лечебных стратегий.

Метод культивирования был стандартным методом диагностики инфекционных заболеваний на протяжении многих веков. Из-за трудоемкости, низкой чувствительности и специфичности наступила эра молекулярного анализа.

Геномный анализ является быстрым, высокоспецифичным и чувствительным и позволяет напрямую анализировать образец. Основные недостатки этого метода включают стоимость, переоценку флоры и невозможность оценки функциональных взаимосвязей. Следовательно, сочетание обоих методов может расширить и уточнить существующие знания о видах и сообществах, связанных с различными клиническими состояниями. Это может привести к существенным изменениям в подходах к лечению.

1.4. Проблемы дезинфекции корневых каналов зубов

Главная задача лечебных мероприятий при эндодонтическом лечении сводится к антисептическому воздействию на микробиоту и предотвращению поступления её за пределы корня зуба [8, 12, 82].

Особая агрессивность одонтогенной инфекции при пульпите связана с тем, что микробиота представлена микробными ассоциациями, в которых вирулентные факторы отдельных видов взаимно дополняют друг друга. Это обстоятельство создаёт определённые трудности и требует при проведении эндодонтического лечения тщательной антибактериальной обработки системы корневых каналов и их максимальную санацию.

Инструментальная обработка корневого канала играет очень важную роль в санации воспалительного очага. Удаление распада пульпы из канала и инфицированного слоя дентина, примыкающего к ней, способствует значительному снижению инфицирования. Кроме того, механическая обработка

также решает задачу обеспечения доступа к верхушечной части корневого канала и создания условий для её обработки и obturation. При этом использование антисептиков существенно повышает эффективность эндодонтического лечения.

Не смотря на очень большое внимание к теме дезинфекции корневых каналов зубов, потребность в повторных эндодонтических вмешательствах на стоматологическом приеме не снижается. С какими факторами это связано.

По данным Разумовой С.Н. и соавт., 2015г. [252] одной из наиболее частых причин развития осложнений после проведенного лечения является персистенция внутриканальной инфекции.

Паула де Кастро Крули 1, Хусейн Э. Х. М. Аленизи 2 и другие, 2022 изучали остаточную микробиоту после механической и медикаментозной обработки корневых каналов при первичных и вторичных инфекциях. По их мнению, вторичные инфекции могут быть связаны с наличием остаточных микроорганизмов в корневых каналах зубов. Образцы были собраны перед механической и медикаментозной обработкой (S1) и перед obturation (S2) у 19 субъектов (10 первичное и 9 повторное эндодонтическое лечение). Анализ секвенирования дал частичные последовательности гена рибосомной РНК 16S, которые были таксономически классифицированы на 10 типов и 143 рода. Наиболее распространенными типами в образцах S1 и S2 были представители типов Firmicutes и Bacteroides. Доминирующими родами в первичных образцах S1 были *Bacillus*, *Streptococcus* и *Prevotella*, тогда как *Bacillus*, *Streptococcus* и *Selenomonas* преобладали в образцах вторичной инфекции S1. *Bacillus* и *Marinilactibacillus* были наиболее доминирующими родами в первичных и вторичных образцах S2. Авторы сделали выводы, что наблюдались большие межиндивидуальные различия в бактериальном составе биопленок корневых каналов. Однако, не отмечено никакой разницы в бактериальном составе до и после лечения, хотя некоторые роды выжили и, по-видимому, являлись частью остаточного микробиома. В результате было выявлено большое разнообразие бактериальных сообществ, присутствующих в корневых каналах после

механической и медикаментозной обработки, хотя большинство обнаруженных таксонов имело меньшую численность.

По мнению Wu S, Liu Y, Zhang H, Lei L., 2019 [425], *Enterococcus faecalis* считается преобладающим возбудителем персистирующих периапикальных инфекций и, кроме того, сообщается, что он устойчив к препаратам гидроксида кальция, на лечебное действие которого возлагают большие надежды многие стоматологи.

Изучение микробиоты при пульпите Rôças IN, Alves FR, Rachid CT и другие 2016 год [381], при котором была извлечена ДНК из 10 зубов, и микробиота была охарактеризована на основе гипервариабельной области V4 гена 16S рРНК с использованием парного секвенирования на устройстве Illumina MiSeq, показало, что примерно 98% последовательностей приходится на три типа: Firmicutes, Actinobacteria и Proteobacteria. Эти типы были также теми, в которых было больше всего представителей на видовом уровне. Firmicutes был наиболее многочисленным типом в 9/10 образцах. Что касается родов, то на *Lactobacillus* приходится 42,3% последовательностей, за ними следуют *Olsenella* (13,7%), *Pseudoramibacter* (10,7%) и *Streptococcus* (5,5%). В половине образцов преобладали *Lactobacillus*, в то время как в другой половине лактобациллы были в очень низкой численности, а наиболее доминирующими родами были *Pseudoramibacter*, *Olsenella*, *Streptococcus* и *Stenotrophomonas*. За исключением видов *Lactobacillus*, большинство широко распространенных и многочисленных бактериальных таксонов, выявленных в этом исследовании, обычно обнаруживаются в инфицированных корневых каналах.

Любопытную ассоциацию между *E. faecalis* *Streptococcus gordonii* и *Lactobacillus salivarius* в корневых каналах обнаружили Chavez de Paz, L. E. Strains at all, 2015 год [415]. Эта ассоциация позволяет *E. faecalis* выживать в условиях дефицита питательных веществ в биопленке. Отмечается, что возможность подавления микробиоты в ассоциациях изучена недостаточно.

Zargar N, Ashraf H, Marashi SMA и другие, 2020 [364], проводили идентификацию микроорганизмов при необратимом пульпите и первичных

эндодонтических инфекциях. Бактериальную идентификацию проводили с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) и секвенирования 16s рДНК аэробных и анаэробных культивируемых колоний, взятых из культуральных чашек пациентов, 41 корневой канал. Было обнаружено и выделено 16 видов микробов, 1 грибок (*Candida albicans*) и 1 вирус (вирус простого герпеса). Видами с наибольшей распространенностью были *Dialister invisus* (68,3%), *Porphyromonas gingivalis* (58,8%), *Streptococcus salivarius* (58,5%) и *Treponema denticola* (56,1%). *Lysinibacillus fusiformis* (19,1%) обнаружен в корневых каналах впервые. *Candida albicans* встречался в 11 случаях (26,8%). Вирус простого герпеса (ВПГ) был обнаружен у 4 пациентов (9,8%). Результаты показали, что грамотрицательные анаэробные бактерии полости рта составляют большинство микробов при первичных эндодонтических инфекциях.

По данным Sakko M, Tjäderhane L, Rautemaa-Richardson R. Prim Dent J. 2016 [411] формирование микробной биопленки обычно наблюдается на стенках корневых каналов, но некоторые виды микробов способны проникать в дентинные каналы на разную глубину. Анаэробные грамотрицательные палочки обычно выделяют при первичных инфекциях. После проведенного эндодонтического лечения в микрофлоре преобладают факультативно анаэробные грамположительные кокки и палочки, такие как виды *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Peptostreptococcus* и *Actinomyces*. В течение последних десятилетий *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans* являются ассоциированными микроорганизмами при резистентных к лечению инфекциях.

Как известно, целью медикаментозной обработки корневых каналов является максимальное снижение количества микроорганизмов в системе корневых каналов зубов в процессе эндодонтического лечения

Вместе с тем, по мнению большинства микробиологов, в связи с особенностями анатомического строения системы корневых каналов зубов, абсолютная стерилизация корневых каналов не возможна.

Поэтому, особое значение придается дезинфекции, которая достигается за счет медикаментозной обработки системы корневого канала различными

препаратами. Инструментальная обработка канала обязательно сочетается с медикаментозной. При этом применяются лекарственные препараты, обладающие выраженной антимикробной активностью [24, 34, 36, 39, 62, 103, 142, 144].

Раствор гипохлорита натрия является «золотым стандартом» среди существующих растворов для ирригации корневых каналов за счёт выраженной антибактериальной эффективностью и способности растворения органического компонента смазанного слоя. Гипохлорит натрия является щелочным раствором (уровень pH более 11). При взаимодействии с клетками происходит необратимое изменение, в результате которого повреждается мембрана, что приводит к гибели клетки.

В основе механизма действия гипохлорита натрия лежит взаимодействие молекулы вещества с тканевыми белками, в результате которого происходит образование таких веществ как: азот, формальдегид и ацетальдегид.

Под действием образовавшихся веществ разрушаются пептидные связи белков, водород замещается хлором и образуются хлорамины, играющие важную роль в антибактериальной активности. В исследованиях отмечается, что с повышением концентрации гипохлорита натрия, увеличивается глубина проникновения раствора, а с повышением температуры раствора увеличивается его антибактериальная эффективность. Марсия Карнейро Валера, Флавия Гуларт да Роса Кардосо и другие, 2021 (1) [416] проводили сравнение различных ирригантов при удалении эндотоксинов и культивируемых микроорганизмов из инфицированных корневых каналов. Авторы отмечают, что через 7 дней после инструментальной обработки, как 2% раствор хлоргексидина, так и 2,5% NaOCl были эффективны для предотвращения повторного роста *C. albicans* и *E. coli*, но *E. faecalis* все еще обнаруживалась. Из корневых каналов, обработанных 2% NaOCl + поверхностно-активное вещество, не было обнаружено ни одного вида микроорганизмов. После инструментальной обработки более высокое процентное значение снижения эндотоксина было обнаружено для 2% NaOCl + поверхностно-активное вещество (99,3%) по сравнению с 2% раствором хлоргексидина (98,9%) и 2,5% NaOCl (97,18%) ($p < 0,05$). Более того, через 7 дней после инструментальной

обработки 2% NaOCl + ПАВ (100%) оказался наиболее эффективным ирригантом против эндотоксинов. Все протестированные ирриганты были эффективны в снижении количества микроорганизмов и эндотоксинов в корневых каналах. Более того, 2% NaOCl + ПАВ оказался наиболее эффективным ирригатором против эндотоксинов и повторного роста микроорганизмов.

Однако, невозможно провести полную дезинфекцию системы корневых каналов с использованием раствора гипохлорита натрия в качестве единственного препарата на этапе медикаментозной обработки корневых каналов зубов

Вторым основным препаратом для ирригации корневых каналов считается Хлоргексидин. Хлоргексидин является синтетическим катионным бисгуанидом, дихлорсодержащим производным бигуанида. Хлоргексидин является антимикробным агентом широкого спектра действия, действует против грамположительных и грамотрицательных бактерий. Наибольшую степень остаточной антибактериальной активности продемонстрировал 2% раствор хлоргексидина в отношении *Enterococcus faecalis* в качестве финального ирриганта корневых каналов по сравнению с другими исследуемыми препаратами.

Ряд авторов, таких как Jain, P. A, [318] предлагают использовать в качестве ирригантов тройной раствор антибиотиков, содержащий тетрациклин, орнидазол и ципрофлоксацин, который будет обладать, по их мнению, превосходной антибактериальной активностью по сравнению с раствором хлоргексидина, однако при меньшей токсичности для тканей организма. Помимо того, эти антимикробные препараты могут включаться в лекарственные формы на основе коллагена, гиалуроновой кислоты и т.п., которые создают пролонгированный эффект после запечатывания каналов.

В настоящее время существует огромное количество различных антисептиков и антимикробных препаратов других классов для обработки корневых каналов зубов, но корневые каналы имеют сложную анатомию, включающую в себя анастомозы, апикальные дельты, изгибы различной степени искривленности. В связи с этим, применение только антисептических растворов не всегда является эффективным, так как бактерии присутствуют во всех частях

корневого канала включая дентинные каналы в глубине до 300 микрон со стороны пульпы [408].

Устранение бактерий и продуктов их жизнедеятельности является главной целью лечения корневых каналов. Наряду с химико-механической обработкой, использование биосовместимых внутриканальных лекарственных препаратов между приемами может способствовать достижению этой цели. Кроме того, потребность в них возрастает при персистирующих и вторичных инфекциях. Исследователями из Индии проводилась сравнительная оценка антимикробной активности ряда препаратов в отношении *E. faecalis* в модельном эксперименте с однокорневыми зубами *ex vivo*. Оказалось, что между всеми группами сравнения (хлоргексидина биглюконат в форме 1% геля, экстракт: *Curcuma longa*, паста гидроксида кальция) наблюдалась значительная разница. Гель хлоргексидина показал максимально выраженное подавляющее действие, а паста с гидроксидом кальция оказалась наименее эффективной в отношении *E. faecalis*, в то время как экстракт куркумы занимал промежуточное положение [298].

Анатомическая сложность системы корневых каналов делает химико-механическую обработку недостаточной для полного удаления некротических тканей. Быстрём и Сундквист [312,313] провели серию исследований для оценки антибактериальной эффективности химико-механической обработки. Хотя после химико-механической обработки наблюдалось снижение количества бактерий в 100–1000 раз (в качестве ирриганта использовался физиологический раствор), после первого визита во всех зубах все еще оставался положительный результат посева.

Совместное использование гипохлорита натрия и этилендиаминтетраацетата в качестве ирригантов значительно улучшило удаление бактерий, но примерно в 50% зубов после обработки все еще обнаруживались бактерии [312,313]. Количество бактерий обычно уменьшается после процедуры, но оставление канала пустым между процедурами приводит к восстановлению исходного уровня бактерий [312,313]. Поэтому внутриканальное медикаментозное лечение важно, поскольку оно может дополнять работу химико-механической обработки. Оно

может уменьшить количество оставшихся бактерий, тем самым способствуя заживлению периапикальных тканей [304].

Enterococcus faecalis — это грамположительная и факультативная анаэробная бактерия. Ее распространенность колеблется от 24% до 77% при персистирующих и вторичных инфекциях. Поиск внутриканального лекарственного средства, способного полностью уничтожить *E. faecalis*, продолжается. Гидроксид кальция является наиболее часто используемым внутриканальным лекарственным средством. Благодаря высокому pH он разрушает и изменяет бактериальные полисахариды в клеточной стенке. Этот высокий pH не поддерживается в присутствии *E. faecalis*, поэтому он неэффективен для его уничтожения [368]. Хлоргексидин в гелевой или жидкой форме показал высокую эффективность против *E. Faecalis* [339]. Положительно заряженная молекула хлоргексидина взаимодействует с отрицательно заряженными фосфатными группами на клеточной стенке бактерий, тем самым убивая бактерии [330]. Однако химические лекарственные препараты имеют ряд недостатков. К недостаткам относятся побочные эффекты, чрезмерное и неправильное использование, приводящее к токсичности, и цитотоксические реакции. Учитывая эти побочные эффекты, растительные и натуральные продукты стали более популярными, поскольку они связаны с низкой токсичностью и меньшим количеством побочных эффектов по сравнению с химическими лекарственными препаратами [399]. Куркумин, полифенольное соединение, получаемое из пищевой специи куркумы, обладает широким спектром биологической и фармакологической активности. Он проявляет противовоспалительное, антиоксидантное, противораковое, противовирусное и противомикробное действие [320]. Поэтому было проведено исследование с целью сравнительной оценки противомикробной эффективности гидроксида кальция, геля хлоргексидина и препарата на основе куркумина против *E. faecalis*.

Хотя *E. faecalis* не является наиболее распространенной бактерией в корневом канале, она является наиболее распространенной (90%) при вторичных инфекциях [405]. Именно поэтому *E. faecalis* в последние годы находится в центре внимания эндодонтии. Уничтожение *E. faecalis* затруднено из-за ее способности

переносить высокие уровни pH, высокую концентрацию соли и длительные периоды голодания [341]. Более того, образование биопленки и устойчивость к антибиотикам делают борьбу с этим возбудителем ещё более сложной задачей.

В этом и ряде других исследований показано, что 1% гель хлоргексидина более эффективен в уничтожении *E. faecalis* по сравнению с другими лекарственными препаратами. Это может быть объяснено тем, что хлоргексидин обладает широким антимикробным спектром и эффективен как против грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, а также дрожжей [344].

Хлоргексидин действует, в частности, за счет электростатического взаимодействия, поскольку он имеет положительный заряд, а бактериальная стенка – отрицательный, в результате чего происходит взаимодействие, увеличивающее покрытие клеточной стенки, что приводит к коагуляции цитоплазмы бактерий и гибели клеток [320,416].

Кроме того, хлоргексидин обладает свойством субстантивности, то есть медленно высвобождается в терапевтических концентрациях в течение длительного периода времени [341]. Результаты настоящего исследования согласуются с данными нескольких авторов, которые обнаружили, что лекарственные препараты, содержащие хлоргексидин, эффективны против *E. Faecalis* [404,413]. Результаты соответствуют предыдущим исследованиям, хотя концентрация хлоргексидина, использованная в этом исследовании, составляет 1%. Это может быть связано с тем, что свойство субстантивности остается неизменным независимо от концентрации.

Куркумин, важный компонент *C. longa*, обладает антибактериальными, антитромботическими, антиангиогенными, противоопухолевыми, антиапоптотическими, иммуномодулирующими свойствами и способствует заживлению ран [323]. Стабильность и сборка протофиламентов FtsZ как важнейший фактор бактериального цитокинеза рассматриваются как возможная мишень для антибактериальных препаратов. Куркумин подавляет бактериальный цитокинез посредством индукции филаментации. Он также значительно подавляет образование цитокинетического Z-кольца в бактериях, не оказывая существенного

влияния на сегрегацию и организацию нуклеоидов. Он подавляет пролиферацию бактериальных клеток за счет ингибирования динамики сборки FtsZ в Z-кольце, тем самым подтверждая свою выраженную антибактериальную активность против *E. Faecalis* [323].

Гидроксид кальция показал наименьшую антибактериальную эффективность. Для того чтобы он был эффективен, гидроксильные ионы из гидроксида кальция должны были диффундировать в дентинные каналы в достаточной концентрации, но из-за механизма протонного насоса *E. faecalis* и буферной емкости дентина гидроксильные ионы не смогли диффундировать в дентинные каналы в достаточной концентрации. Этот результат согласуется с несколькими исследованиями, проведенными Сафави и др., Сикейрой и де Узедой, в которых гидроксид кальция не показал антибактериальной эффективности против *E. faecalis*, [412] Safaviet *al.*, Siqueira and de Uzeda.

К вопросу об эффективности антибиотиков в эндодонтии отношение двойственное. По мнению Дугарова и соавт. (2021) системные антибиотики неэффективны в эндодонтии. И данный тезис абсолютно логичен, так как в погибшей пульпе сосуды некротизированы и более не осуществляют свою транспортную функцию – соответственно, активное вещество лекарства не будет доставлено к микробам. Касательно местных антибиотиков известно, что пенициллины, цефалоспорины, сульфаниламиды, тетрациклины и другие группы антимикробных средств оказались неэффективными в эндодонтической практике. К тому же, в некоторых исследованиях наблюдалось изменение окраски дентина и более активное размножение грибов при использовании топических антибиотиков [341].

В тоже время авторы отмечают, что использование «Ледермикса» при внутренних резорбциях (содержит глюкокортикостероидный препарат местного действия триамцинолон и антибиотик широкого спектра действия тетрациклин) в эндодонтической практике оказалось эффективным. В РФ на сегодняшний день данный препарат не сертифицирован [341].

Особенностям генетической детерминированности устойчивости эндодонтовых патогенов к антимикробным препаратам уделяется значительное внимание, как в зарубежной, так и в отечественной литературе [209].

Регулярно публикуются результаты мониторинга о выявлении генов резистентности и прогрессирующем росте числа выделения устойчивых штаммов к основным антибактериальным препаратам при одонтогенной инфекции, в том числе, развившейся как следствие пульпита, как основного причинного фактора [171,251,265].

Хотя частота встречаемости факторов вирулентности микробов более выражена при внутрибольничных инфекциях, эндодонтические изоляты также демонстрируют появление бактериальной резистентности к традиционным схемам лечения, используемым в стоматологических процедурах, что актуализирует проблему антимикробной химиотерапии с позиций геномики бактерий.

Таким образом, оценка корреляции различных параметров от диагностики до результатов лечения может предоставить ценную информацию в совершенствовании лечебных подходов, включая такое актуальное направление, как физиотерапия. В тоже время, различные профили экспрессии факторов вирулентности и резистентности микробов к антимикробным средствам могут быть объяснены географическими различиями, диетой, стадией инфекции и системным состоянием.

Учитывая противоречивые данные о результатах применения антисептиков и антибиотиков в эндодонтии актуальным и вполне обоснованным является постановка вопроса об обосновании и расширении применения методов физиотерапевтического воздействия, включая изучение данного вида воздействия на микроорганизмы.

1.5. Применение дополнительных методов обработки корневых каналов зубов, связанных с повышением температуры

К методам, позволяющим повысить качество противомикробной обработки корневых каналов, относятся воздействия, способные вызывать локальное повышение температуры в корневом канале. Современные термические методы, применяемые при эндодонтическом лечении зубов, включают лазерную обработку корневого канала и высокочастотную диатермокоагуляцию.

Поворотным моментом в решении проблемы препарирования твердых тканей зубов явилось создание эрбиевых лазеров [121, 125, 145, 146]. Применение этих лазеров не вызывает структурных изменений твердых тканей зуба. Щадящее воздействие эрбиевого лазера обусловлено краткой продолжительностью его импульсов, при поглощении которых часть воды, содержащаяся в ткани, претерпевает скачкообразный переход из жидкого состояния в парообразное. Излучение эрбиевого лазера используется для герметизации фиссур и лечения кариеса [38, 71].

С появлением эндодонтических световодов лазерные технологии все чаще стали применяться в эндодонтической практике. При эндодонтическом лечении используются как высокоинтенсивное, так и низкоинтенсивное лазерное излучение.

Низкоинтенсивное лазерное излучение применяется при проведении фотодинамической терапии. Суть данной методики заключается в том, что перед проведением лазерного облучения в корневые каналы зубов помещают специальные вещества – фотосенсибилизаторы. Эти вещества, накапливаясь в бактериальных клетках, под воздействием света определенной длины волны инициируют образование свободных радикалов, синглетного кислорода и т.д., вызывающих повреждение и гибель микробной клетки [49, 54, 59, 63].

Высокоинтенсивное лазерное излучение используют для непосредственной обработки корневых каналов лазерным светом. С этой целью применяют лазеры,

которые генерируют излучение с мощностью порядка ватт. Создаваемая плотность потока мощности излучения на поверхности биообъекта свыше 10 Вт/см².

К преимуществам обработки канала лазером относят бактерицидный эффект и качественное высушивание канала, что, в свою очередь, в целом влияет на благоприятный конечный результат лечения. [72, 73, 81, 92, 128, 132]. Лазеры используют для коагуляции пульпы, для расширения корневого канала, уменьшения проницаемости корневого дентина, а также для удаления смазанного слоя. Кроме того, лазерные аппараты применяются для трансканальной коагуляции апикальных гранул при лечении хронических периодонтитов [80].

Наиболее часто при эндодонтическом лечении применяют излучение эрбиевого лазера с длиной волны 2940 нм и полупроводниковые светодиодные лазеры, генерирующие излучение длиной волны 810 нм, 970 нм и 1040 нм. Одним из основных видов хромофоров для данных инфракрасных лазеров является вода.

Чунихин А.А. (2010) отмечает, что излучение полупроводникового лазера при эндодонтическом лечении улучшает структуру корневого дентина, эффективно удаляет смазанный слой и раскрывает дентинные каналы. При этом значительно улучшается адгезия пломбировочного материала к стенкам корневого канала. Отдаленные результаты клинических наблюдений показали высокую эффективность применения диодного лазера в комплексном лечении хронических пульпитов [233,276].

В результате экспериментального исследования было установлено, что антибактериальная эффективность различных видов лазерного излучения при обработке корневых каналов недостаточна и не может гарантировать надежную стерилизацию без применения дополнительных бактерицидных, антисептических методов и средств [16]. На отсутствие 100% антибактериального эффекта при лазерной обработке корневых каналов указывают и другие авторы. Так, Бутаева Н.Т. (2009) на основании микробиологического исследования и лазерной флуоресцентной диагностики установила, что лазерное излучение с длиной волны 970 нм при комплексном использовании с гипохлоритом натрия позволяет

добиться успешной антисептической обработки корневых каналов лишь в 60% случаев.

Волков А.Г. и соавт. (2014) провели сравнение трёх видов лазерного излучения: эрбиевого на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната с длиной волны 2940 нм, карбондиоксидного (CO₂) лазера, длина волны 10600 нм и лазера на основе полупроводниковых диодов, длина волны 810 нм. В контрольной группе проводили обработку корневых каналов с помощью диатермокоагуляции, ток частотой 2,64 МГц. Только в этой группе было выявлено достоверное снижение микробной обсемененности каналов.

При диатермокоагуляции в качестве электрода используют металлическую корневую иглу. Во всех участках, где игла касается стенок корневого канала проходит переменный ток высокой частоты, позволяющий получить локальное повышение температуры, обеспечивающее антибактериальное действие.

В настоящее время в повседневной стоматологической практике коагуляцию тканей с использованием переменного тока высокой частоты применяют для удаления новообразований слизистой оболочки полости рта и кожи, обработки корневых каналов при эндодонтическом лечении зубов, удаления гипертрофированной десны, вросшей в кариозную полость и т.д. [14, 15, 74].

Различают двухэлектродную и одноэлектродную методику диатермокоагуляции [27, 47].

Биполярные коагуляторы, которые применяют для двухэлектродной методики, имеют два электрода. Один из электродов снабжен электрододержателем, в который помещают электрохирургический инструмент. Этот электрод во время проведения коагуляции врач держит в руке. Вторым электродом – пассивным, или, как его называют в других литературных источниках, «электродом возвращения», представляющий собой относительно большую металлическую пластину, гибкую металлизированную пластмассовую подушку и т.д., располагают на теле пациента. Частота тока, используемая при данном типе коагуляции обычно до 1000 КГц. Особенность работы этих коагуляторов заключается в том, что эффективность коагуляции значительно возрастает во

влажной среде. При эндодонтическом лечении зубов данный тип коагуляторов использовать не безопасно, так как при наличии крови или экссудата в корневом канале из-за избыточного образования тепла возможно повреждение периодонта и костной ткани альвеолы [27].

Монополярные коагуляторы, которые применяют для одноэлектродной методики, снабжены только электродом с электрододержателем. «Электрод возвращения» (пассивный электрод) у них отсутствует. Частота переменного тока, который подаётся на инструмент обычно больше 2000 КГц. В очень влажной среде эффективность коагуляции снижается, поэтому во время проведения коагуляции ткань необходимо периодически сушить с помощью марлевого тампона или ваты. Этот тип коагуляторов может использоваться, как в операционных, так и в условиях поликлиники на повседневном приёме. Монополярные коагуляторы предназначены для коагуляции относительно небольших объёмов тканей, их применяют для удаления небольших новообразований, обработки корневых каналов при эндодонтическом лечении зубов, коагуляции десны и т.д.

При эндодонтическом лечении зубов диатермокоагуляция позволяет коагулировать содержимое корневого канала, остановить кровотечение, высушить и стерилизовать его по проходимости, что значительно облегчает дальнейшие эндодонтические манипуляции.

В современной научной литературе имеются сведения об успешном использовании диатермокоагуляции, в том числе и для заапикальной терапии, при периодонтите и верхнечелюстном одонтогенном синусите [137,227,279,]. Однако, сами авторы указывают на то, что диатермокоагуляция не находит широкого применения в эндодонтической практике, так как данный вид воздействия трудно дозировать, в связи с чем возможно развитие осложнений. Нерациональное применение электрохирургического метода может осложниться не только длительным болевым синдромом, но и некрозом десны и развитием остеомиелита с секвестрацией альвеолы [56, 76, 93].

При использовании коагуляторов не всегда четко прописаны режимы для эндодонтического лечения, что может приводить к передозировкам и развитию

осложнений. Это обуславливает необходимость теоретического обоснования и проведения всестороннего научного исследования по изучению эффективности применения высокочастотной монополярной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов.

1.6. Анатомические особенности корневой системы зубов, вызывающие затруднение при дезинфекции

При эндодонтическом лечении врачи часто сталкиваются с серьёзными проблемами, связанными с сильным искривлением корневых каналов зубов, их облитерацией, наличием в корневых каналах дентиклей, петрификатов, отломков эндодонтических инструментов. Корневые каналы могут иметь многочисленные ответвления, что делает лечение весьма затруднительным. Даже в центральных резцах верхней челюсти, более чем в 30 % случаев, наблюдается разветвлённая апикальная дельта. Обработать труднодоступную, облитерированную часть корневого канала стандартным способом, а тем более качественно дезинфицировать эту зону только с помощью ирригантов невозможно.

По данным Laukkanen, E. [374] качество пломбирования корней и рентгенологические результаты лечения корневых каналов значительно различались в зависимости от типа зуба: самый высокий процент качества лечения был у фронтальной группы, затем у премоляров и наименее низкий результат был при эндодонтическом лечении моляров. Такие выводы были сделаны после оценки пред- и послеоперационных периапикальных рентгенограмм для оценки качества эндодонтического лечения. Это связано с наибольшей степенью сложности анатомии корневой системы моляров.

По данным Разумовой С.Н. и соавт. 2020 год [185] при анализе состояния зубов после эндодонтического лечения у 300 пациентов в возрасте от 20 до 70 лет, по данным КЛКТ качественная obturation системы корневых каналов наблюдалась в 1335 (75%) эндодонтически пролеченных зубах. Причинами неуспешного

эндодонтического лечения является недопломбировка корневого канала (16%), выведение материала за апекс (5,6%), пропущенные корневые каналы (3,4%).

Для обработки корневых каналов при лечении хронического пульпита давно изыскиваются дополнительные методы, усиливающие дезинфекцию. Царев В.Н. и соавт., 2016 год [266] при проведении сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) установили наличие высокого уровня микробной контаминации зоны корневого канала и дентинных канальцев. По результатам клинко-микробиологических исследований прослеживалась положительная тенденция к уменьшению количества определяемых патогенных микроорганизмов при использовании комплексного взаимодействия ультразвуковой обработки и фотодинамической терапии корневых каналов зубов с хроническим пульпитом по сравнению с традиционной методикой лечения.

Y. Ji, Z. Han et al., 2021 [341] предлагают бороться с бактериальными, грибковыми биопленочными персистирующими эндодонтическими инфекциями с помощью наноматериалов, а именно магнитные наночастицы, модифицированные глюкозооксидазой. Авторы отмечают, что магнитные наночастицы, модифицированные глюкозооксидазой проявляют высокоэффективную антибактериальную активность против *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans*, способствуют разрушению матрицы биопленки благодаря образованию активных форм кислорода и недостатку питательных веществ в связи с действием глюкозооксидазы. Также отмечается цитосовместимость, безопасность для тканей данного вещества.

Петрухина Н.Б. и соавторы, 2020, изучая анатомо-топографическое строение корневых каналов зубов у пациентов разных возрастных групп, отметила, что свой вклад в успех эндодонтического лечения может вносить и строение апикальной части корневых каналов с наличием разветвленной дельты. Также происходит уменьшение просвета и объема пульпарной камеры у пациентов старшей возрастной группы. От 60 до 75 лет, что оказывает значимое влияние на доступ к пульпарной камере, на сложность инструментальной обработки корневых каналов и риск развития осложнений в процессе вмешательства и после него [99].

Но чаще всего, большинство дополнительных методов позволяют обработать только доступную часть корневого канала, а дельты и облитерации остаются участками, которые потенциально могут привести впоследствии к развитию периодонтита.

Хи, Т. et al., 2016 год [435] была проведена микрокомпьютерная томография морфологии апикальных дополнительных каналов, апикальной дельты. Были отсканированы 93 апикальных сегмента корня длиной 3 мм с разрешением сканирования 2,5 мкм. Из 178 идентифицированных дополнительных каналов средний диаметр их составил 67,0 мкм, средняя длина — 786,6 мкм, преобладающая форма — овальная, волнистость — скорее извилистая, чем прямая. Диаметр, длина, форма дополнительных каналов апикальной зоны очень переменны, что может значительно усложнить санацию апикальной дельты.

В 2016 году Соловьёва О.А. [324] посвятила работу разработке методов эндодонтического лечения зубов, основанных на применении цифровых технологий, в которой предлагаются способы решения таких проблем в эндодонтии, как перфорации корней зубов, уступы при расширении каналов, отломы инструментов, пломбирование несформированных корневых каналов, но вопросы дезинфекции и сохранения зубов с облитерациями, в том числе полными, корневых каналов зубов в данной работе не рассматривались.

На протяжении всей жизни происходят изменения системы корневых каналов, связанные с возрастом, или под действием иных внешних факторов, приводящий к последующей облитерации корневых каналов и пульпы. Облитерация происходит в связи с образованием вторичного дентина, и, как следствие, утолщения стенок и сужения просвета дентинных канальцев, также на фоне воспаленных заболеваний пульпы, при возрастных изменениях, травмах, при некачественном ранее проведенном эндодонтическом лечении.

В работе А.В. Поройской и соавт., 2020 [20] показано, что морфология пульпы меняется на всем протяжении корня в зависимости от облитерации, при этом просвет канала сохраняется. На основании рентгенологических данных можно сделать вывод о том, что облитерация корневого канала происходит на всем

его протяжении. Гистологически доказано, что сужение просвета корневого канала на всем его протяжении происходит крайне редко. Данный факт необходимо учитывать при выборе метода для эндодонтического лечения зубов.

1.7. Лечение зубов при облитерациях в корневой системе

Идея применения постоянного тока с лекарственными препаратами для дезинфекции корневых каналов появилась в конце девятнадцатого, в начале двадцатого века. При эндодонтическом лечении зубов применяются различные виды трансканальных воздействий постоянным током. Эти воздействия делятся на трансканальные воздействия, проводимые с катода и трансканальные воздействия, проводимые с анода. Наиболее популярными из трансканальных воздействий, проводимых с катода, являются трансканальный электрофорез йода и депо-форез гидроокиси меди кальция. Из трансканальных воздействий, проводимых с анода, чаще всего используются трансканальная анодгальванизация, с применением медного электрода, и апекс-форез, с использованием серебряно-медного электрода.

По данным литературы наиболее эффективным антибактериальным действием в отношении патогенной микробиоты корневых каналов зубов являются трансканальные воздействия постоянным током, проводимые с анода. Антибактериальный эффект при проведении этих процедур связан с анодным растворением металлического электрода. Количество ионов металлов, попадающих в ткани корня зуба, а, следовательно, и антибактериальное действие, прямо пропорционально количеству электричества, проходящему через ткани корня зуба в ходе процедуры.

Особенностью трансканальных воздействий, проводимых с анода, является то, что в ходе проведения этих процедур значительно возрастает электросопротивление тканей, которые источники тока, стабилизированные по току, не могут компенсировать за счет повышения напряжения. В результате чего, в ходе проведения этих процедур наблюдается снижение силы тока. Данное обстоятельство делает необходимым придерживаться допустимого диапазона

количества электричества или изменения силы тока при стабильном времени проведения процедуры.

Из трансканальных воздействий постоянным током, проводимых с анода, наибольшей клинической эффективностью обладает апекс-форез, с использованием серебряно-медных электродов. При проведении данной процедуры активная-рабочая часть серебряно-медного электрода максимально приближена к апикальной облитерированной части корня зуба, что позволяет добиться локального апикальнонаправленного воздействия постоянным током. Однако, в связи с тем, что при проведении этой процедуры используется электрод, представляющий собой медный сердечник, покрытый слоем серебра, анодному растворению подвергается, в основном, серебро, обладающее относительно небольшой растворимостью и малой электрофоретической подвижностью. В связи с этим, чтобы насытить апикальную часть соединениями металлов, желательно, чтобы корневой канал был пройден и расширен не менее чем на половину длины корня зуба. Эффективность процедуры значительно снижается в зубах, где корневые каналы облитерированы более чем на половину длины корня зуба.

Основное количество методик связано с введением в систему корневого канала ионов различных веществ из растворов [305,322,380,437]. В 2003-2005 появилась идея дезинфекции облитерированной части корневого канала, апикальной дельты с помощью анодного растворения серебряно-медного электрода [73,74]. В 2006 году была проведена оценка антибактериальной эффективности данного метода [74]. При апекс-форезе в процессе процедуры активная часть электрода, помещённого в полость зуба, подвергается анодному растворению, в результате чего в окружающие ткани попадают соединения металлов, серебра и меди. Ионы металлов вступают в химическое взаимодействие с элементами, содержащимися в окружающих тканях. Соединения металлов представлены их солями, а именно: хлоридами, сульфидами, сульфатами, фосфатами, а также рядом комплексных соединений меди и серебра. Эти соли выстилают стенки корневого канала, заполняют микроканалы, obtурируя их, проникают в дентин корня зуба. За счёт образования малорастворимых солей

серебро и медь способны сохранять своё присутствие в твёрдых тканях корней зубов на многие годы. В присутствии соединений серебра и меди создаются неблагоприятные условия для развития микрофлоры, поэтому использование апекс-фореза при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами позволяет добиться эффекта длительной дезинфекции корней зубов [315]. При апекс-форезе электрохимические процессы носят локальный характер и развиваются в том участке корня зуба, где во время процедуры находится рабочая-активная часть серебряно-медного электрода.

Для насыщения околоверхушечной части корня зуба и апикальной дельты соединениями серебра и меди при апекс-форезе корневой канал должен быть пройден и расширен не менее, чем на половину длины корня зуба.

Также было доказано, что более активным антимикробным действием обладают методики, при которых воздействие оказывается с анода по сравнению с катодом [19,86].

На сегодняшний день интерес к дополнительным средствам доставки дезинфицирующих средств в систему корневого канала очень большой. Как отмечается в работе Thamires C Miranda и соавторы, эндодонтические микробные инфекции по-прежнему представляют собой проблему для эффективного лечения, так как они опосредованы биопленками и очень устойчивы к традиционным методам лечения [389]. Биомеханическая подготовка и химические ирриганты не могут полностью уничтожить биопленки из-за анатомического строения системы корневых каналов. Инструменты, используемые для биомеханической подготовки, и растворы ирригантов не могут проникнуть в узкую и самую глубокую часть корневых каналов, особенно в апикальную треть. Кроме того, помимо поверхности дентина, биопленки могут также проникать в дентинные каналы и периапикальные ткани, что снижает эффективность лечения. Поэтому были исследованы различные технологии для достижения более эффективного результата в борьбе с эндодонтической инфекцией, такие как ультразвуковая обработка каналов с антисептиками, лазерная фотодинамическая терапия, электрофорез лекарственных веществ. Доказана высокая антибактериальная

эффективность серебряно-медных электродов, применяемых при апекс-форезе. Однако, наряду с серебряно-медными электродами, при проведении данной процедуры могут быть использованы электроды, изготовленные из других металлов, например – медные электроды [394].

В связи с этим, большой научный и практический интерес представляет изучение антибактериальной эффективности анодного растворения медных электродов для обработки каналов в тех случаях, когда канал облитерирован более чем на половину длины, так как медь, наряду с высокой антибактериальной активностью, обладает большей электрохимической растворимостью и электрофоретической подвижностью по сравнению с серебром.

Решить проблему глубокой дезинфекции дентина, дельт корневых каналов зубов и облитераций, в том числе полных, можно только используя транспорт препаратов в корневую систему с помощью постоянного тока. Совершенствование метода электрофореза корневой системы зубов с этой целью имеет важное значение для стоматологии.

На основании предполагаемых исследований планируется разработка системы профилактики осложнений на основании комплексного применения инновационных физических аппаратных методов при диагностике и лечении патологических состояний пульпы зуба.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с целями и задачами диссертационной работы, каждое исследование было разделено на 2 этапа – экспериментальный и клинический.

Проспективное, рандомизированное исследование в двух параллельных группах

1. Изучение эффективности различных видов токов (импульсный постоянный, импульсный переменный ток, синусоидальной формы, переменный прямоугольный, переменный синусоидальный) для определения диагностики состояния пульпы зуба.

Пациенты, отобранные по критериям включения (350 человек)

Деление на группы в зависимости от нуждаемости в лечении кариеса и его осложнения

1 группа	2 группа
Пациенты, которые не нуждаются в лечении (100 человек)	Пациенты, которые нуждаются в лечении (250 человек)



2. Экспериментальная часть: определение оптимальных параметров местной озонотерапии, применяемых при случайном вскрытии зуба с помощью микробиологического исследования: посев у 30 пациентов из кариозной полости-63 исследования.

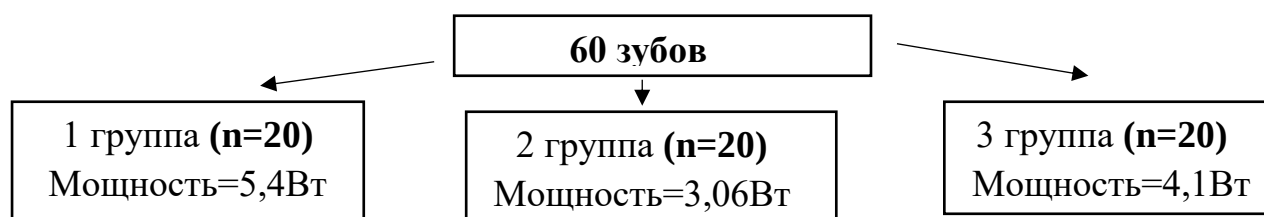
Клиническая часть: изучение эффективности озонотерапии при случайном вскрытии пульпы - деление на группы (n=50)

1 группа (n=25)	2 группа (n=25)
Лечение случайного вскрытия пульпы зуба с применением озонотерапии	Лечение случайного вскрытия пульпы зуба без применения озонотерапии

3. Изучение эффективности монополярной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов.

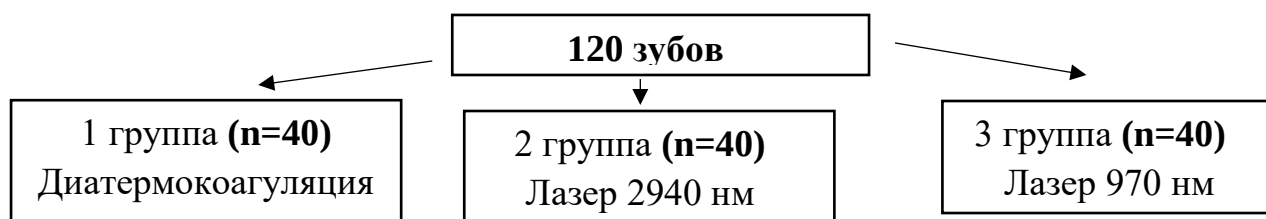
I. Экспериментальная часть:

Экспериментальное определение оптимальных параметров диатермокоагуляции



II. Изучение дезинфицирующей эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции (посев из каналов у 30 пациентов- 45 микробиологических исследований)

III. Определение дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий, при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте- 120 удаленных зубов



III. Клиническая часть:

Деление на группы

(n=100)

1 группа (n=50)	2 группа (n=50)
Эндодонтическое лечение с применением диатермокоагуляции	Эндодонтическое лечение без применения диатермокоагуляции

4. Изучение эффективности модификации анод-гальванизации при эндодонтическом лечении зубов с облитерированными каналами.

I. Экспериментальная часть: изучение антибактериальной эффективности воздействия постоянным током с использованием двух разновидностей электродов для внутриканального воздействия (60 микробиологических исследований с 6 видами микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов).

II Клиническая часть:

Деление на группы

(n=100)

1 группа (n=50)	2 группа (n=50)
Эндодонтическое лечение зубов с облитерированными каналами с применением модификации анод-гальванизации	Эндодонтическое лечение зубов с облитерированными каналами без применения модификации анод-гальванизации

Статистическая обработка результатов



Создание системы профилактики осложнений на основании комплексного применения физических аппаратных методов при диагностике и лечении патологических состояний пульпы зуба



Обобщение результатов, публикации, внедрение в учреждение ЛПУ

Схема 1- Дизайн исследования

2.1. Изучение эффективности применения различных форм тока и разных контактных сред при проведении электроодонтодиагностики

2.1.1. Анкетирование врачей – стоматологов по вопросам применения электроодонтодиагностики в практической деятельности

С целью определения наиболее часто используемых для проведения электроодонтодиагностики аппаратов и удовлетворенности врачей результатами диагностики с использованием этих аппаратов было проведено анкетирование 147 практикующих врачей стоматологов, работающих как в государственных, так и в частных клиниках. Была разработана специальная анкета – опросник, касающаяся вопросов применения в клинической практике аппаратов электроодонтодиагностики.

В анкету входили основные пункты: стаж врачебной практики, возраст, место работы, вопрос о том, знаком ли врач с методикой электроодонтодиагностики и является ли он пользователем методики электроодонтодиагностики, с какими аппаратами работают опрашиваемые врачи-стоматологи и на сколько они удовлетворены результатами исследования клинических случаев на этих аппаратах.

2.1.2. Изучение эффективности применения различных форм тока при проведении электроодонтодиагностики

В исследовании приняли участие 350 пациентов кафедры терапевтической стоматологии Института стоматологии им. Е.В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) в возрасте от 19 до 72 лет. Из них 180 женщин и 170 мужчин.

Перед началом работы все исследуемые пациенты давали информированное добровольное согласие на участие в исследовании.

Исследование было проведено на 1537 зубах, из них 511 моляры, 391 премоляр, 49 клыки и 586 резцы.

968 зубов (37%) зубов были интактными, в 48 (31%) зубы с кариесом и зубы, где ранее было проведено лечение по поводу кариеса, в 32 зубах (32%) зубов с пульпитом и периодонтитом, а также зубы, где ранее было проведено эндодонтическое лечение.

Исследовали эффективность применения четырех форм тока: импульсный постоянный, импульсный переменный ток, синусоидальной формы, нарастающий и затухающий по амплитуде, переменный прямоугольный, переменный синусоидальный.

В качестве источников тока использовали аппараты, которые как показали результаты анкетирования врачей стоматологов используются в стоматологической практике чаще всего: Pulp tester, производство Китай, Digitest (США), ЭндоЭст (Россия – Израиль), ИВН 01 Пульптест – Про (Россия) (Рисунок 1).

Форму электрического тока, продуцируемого каждым из вышеперечисленных аппаратов, определяли с помощью осциллографа универсального С1 – 99 (Россия). После определения форм электрического тока, продуцируемого данными аппаратами, с помощью каждого аппарата электровозбудимость зубов каждым видом тока определяли трижды по стандартной методике, после чего сравнивали и анализировали полученные

результаты, анализируя погрешности измерений при использовании всех видов тока.



А



Б



В



Г

Рисунок 1 – Источники тока для проведения электроодонтодиагностики: А – Аппарат Pulp tester, Б – Аппарат «Digitest», В - Аппарат «ЭндоЭст», Г- Аппарат «ИВН-01 Пульптест – Про»

2.1.3. Изучение влияния контактной среды на изменение электропроводности эмали зубов при проведении электроодонтодиагностики

В исследовании приняли участие 10 добровольцев, из них 6 мужчин и 4 женщины, в возрасте от 22 до 58 лет. Изучали электропроводность эмали зубов при проведении электроодонтодиагностики с применением различных контактных сред. В зависимости от используемой контактной среды, исследования были разделены на 4 группы. Контактной средой в группах являлись: в первой – токопроводящая силиконовая трубка; во второй – вата, смоченная изотоническим раствором хлорида натрия; в третьей – вата, смоченная водопроводной водой; в четвертой – зубная паста «Новый жемчуг кальций» (Россия). Исследование проводили под анестезией в области интактных фронтальных зубов нижней челюсти. Всего было проведено 240 замеров при проведении электроодонтодиагностики на 60 интактных зубах. Для определения электропроводности эмали зуба фиксировали модуль комплексного электросопротивления измеряемой системы, который рассчитывали за счет одновременной регистрации силы тока и напряжения во время проведения электроодонтодиагностики. Об увеличении электропроводности судили по снижению модуля комплексного электросопротивления.

2.2. Изучение эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба

2.2.1. Определение оптимальных параметров местной озонотерапии, применяемых при случайном вскрытии зуба

Оптимальные параметры местной озонотерапии, применяемые при случайном вскрытии пульпы зуба, определяли на основании изучения ее антибактериального действия в отношении микробиоты, полученной со дна не

отпрепарированной глубокой кариозной полости. Микробиологический материал, используемый при проведении исследования собирали с помощью стерильного бумажного пина, который погружали на дно не отпрепарированной глубокой кариозной полости у 30 обследуемых пациентов, а затем помещали в пробирку с транспортной средой эппендорф и отправляли в лабораторию. Определяли частоту встречаемости отдельных видов микроорганизмов у обследованных больных.

После этого определяли продолжительность процедуры озонотерапии, обладающую наибольшей антибактериальной эффективностью в отношении полученных культур микроорганизмов. При проведении исследования использовали разработанный нами озоногенератор, позволяющий получать озон с помощью коротковолнового ультрафиолетового излучения.

Озоногенератор продуцирует озono-воздушную смесь с концентрацией 0,261 мг/ м³ и производительностью озоногенератора 2 л/мин. Исследование включало следующие этапы:

1. Посев выделенной культуры на агар в чашках Петри газонным методом в концентрации 1 млн КОЕ/мл (по оптическому стандарту мутности);
2. Размещение насадки Mini Tip, предназначенной для обдувания озono-воздушной смесью в заранее сделанное отверстие диаметром 3 мм расположенное в центре крышки чашки Петри;
3. Проведение обдувания озono-воздушной смесью поверхности агара, содержащего культуру исследуемого микроорганизма;
4. Замена крышки на чашке Петри на крышку без отверстия и размещение чашки Петри в анаэроостате;
5. Инкубация чашек Петри в анаэроостате при температуре 37°C в течение 7 дней;
6. Оценка результатов по диаметру зоны задержки роста микроорганизмов.

Изучали эффективность обдувания озono-воздушной смесью продолжительностью 20 сек., 30 сек. и 60 сек. Критерии оценки антибактериальной эффективности были следующими:

- слабое при диаметре зоны задержки роста менее 5 мм;

- среднее при диаметре зоны задержки роста от 5 до 10 мм;
- высокое при диаметре зоны задержки роста больше 10 мм.

Оптимальным считали продолжительность воздействия, показавшего наибольшую антибактериальную эффективность в отношении всех исследуемых культур микроорганизмов (Рисунок 2).

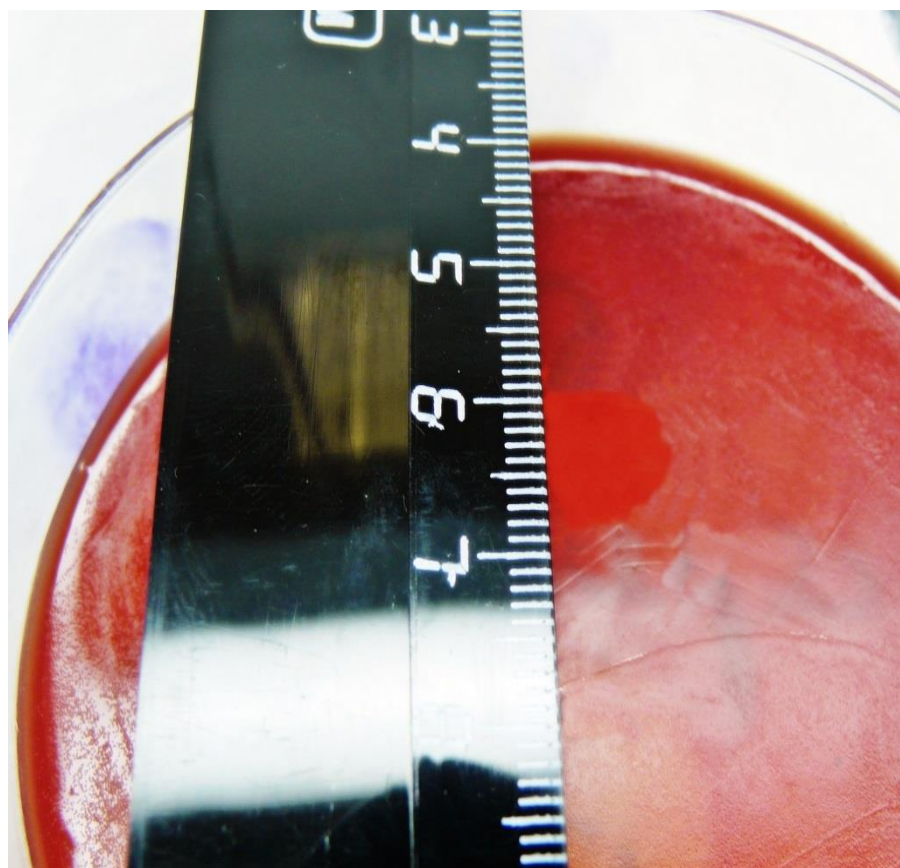


Рисунок 2 – Определение антибактериальной эффективности озono-воздушной смеси путем измерения диаметра зоны задержки роста микроорганизмов

2.2.2. Изучение влияние местной озонотерапии на регенераторные возможности пульпы зуба в эксперименте

Экспериментальное исследование было проведено на кроликах породы "Советская шиншилла" - 24 особи.

В ходе исследования для обеспечения безболезненного проведения эксперимента на фоне премедикации 2% раствором ксилазина гидрохлорида

применяли внутривенное введение 5% раствора золетила в дозе 7,0 мг/кг. Далее производили установку роторасширителя и механическое очищение исследуемых зубов. На вестибулярной поверхности резцов и окклюзионной поверхности жевательной группы зубов, шаровидным бором № 2 моделировали ятрогенный пульпит.

Лабораторные животные были рандомизированы на 2 группы, в зависимости от методов лечения: в 1 группе, 12 особей, для покрытия пульпы использовали аналог МТА Российского производства «Триоксидент» (Компанией «ВладМиВа»), который содержит мелкодисперсные частицы оксида кальция, кремния, алюминия, гидроокись меди-кальция и оксид висмута. В этой группе озонотерапию не проводили. Во второй группе, 12 особей, перед покрытием пульпы тем же материалом «Триоксидент» в течение 1 минуты проводилось обдувание вскрытой пульпы зуба озоно-воздушной смесью (Рисунок 1) Источником озона являлся аппарат ОКУФ-5м (РФ, «Эма»). Завершающим этапом лечения была постановка постоянной пломбы Twinky Star (Voco, Германия).

Животных выводили из эксперимента на 7, 14, 21 и 35 сутки. Выделенные препараты челюстей кроликов прошли этап декальцинации в мягком режиме, далее поперечными срезами выделена область послеоперационного отверстия и произведены послойные срезы через шейку и корень зуба. Гистологические препараты были окрашены в дальнейшем гематоксилином-эозином, трихромом по Массон и дополнительно проведено иммуногистохимическое исследование с CD3, CD20, Ki-67, S100, Macrophage, CD34.

2.2.3. Изучение клинической эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба

Проведено лечение 50 пациентов в возрасте от 20 до 45 лет (28 женщин, 22 мужчины). У этих больных при препарировании глубоких кариозных полостей произошло случайное вскрытие пульпы зуба. В зависимости от проводимого лечения больные были разделены на две группы.

Первую группу составили 25 пациентов, при лечении которых, с целью сохранения жизнеспособности пульпы при ее случайном вскрытии, использовали озонотерапию, после чего проводили прямое покрытие пульпы материалом «Триоксидент». В качестве источника озона использовали аппарат ОКУФ-5м, позволяющий синтезировать озон с помощью ультрафиолетового излучения (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Аппарат ОКУФ-5м

Продолжительность обдувания вскрытой пульпы зуба озоно-воздушной смесью составляла 1 мин.

Во второй группе 25 пациентов озонотерапию не назначали, но также проводили прямое покрытие пульпы материалом «Триоксидент».

Завершающим этапом лечения в обеих группах являлась временная реставрация дефекта твердых тканей зуба с помощью светоотверждаемого компомера (Twinky Star, Voco, Германия). Окончательную реставрацию проводили через 6 месяцев при отсутствии симптомов воспаления.

Обследование пациентов проводили через сутки после проведения лечения, а также спустя 14 дней, 2, 6 и 12 месяцев.

Стоматологический статус больных оценивали с помощью клинических и дополнительных методов исследования.

Обследование пациентов начинали с опроса, включавшего выяснение жалоб, наличия или отсутствия сопутствующей патологии. Затем проводили осмотр, зондирование и перкуссию. При этом оценивали состояние коронковой части зуба, слизистой оболочки полости рта в исследуемой области, наличие или отсутствие перкуторной реакции.

Дополнительные методы исследования включали: электроодонтодиагностику и рентгенологическое обследование.

Для изучения состояния нервных элементов пульпы зуба использовали электроодонтодиагностику, которую осуществляли с помощью цифрового отечественного прибора «ИВН-01 Пульпест-Про». Электроодонтодиагностику проводили на резцах – с середины режущего края, на премолярах – с щёчного бугра, на молярах – с переднего щёчного бугра. При рентгенологическом обследовании на основании данных прицельной дентальной рентгенографии и компьютерной визиографии оценивали состояние периапикальных тканей. Рентгенологическое исследование проводили через 2, 6 и 12 месяцев.

2.3. Изучение эффективности применения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов

При проведении эндодонтического лечения в качестве дополнительного способа обработки корневого канала по проходимости применяется диатермокоагуляция, при которой используют переменный электрический ток высокой частоты. Современная медицинская промышленность выпускает два вида высокочастотных диатермокоагуляторов, а именно: двухэлектродные и одноэлектродные. Количество образующегося тепла при взаимодействии

электрического тока высокой частоты с тканями пропорционально мощности (P), которая зависит от силы тока и напряжения, то есть $P = I \times U$.

Разные типы коагуляторов имеют принципиальные отличия по изменению мощности при взаимодействии тока высокой частоты с биологическими тканями, имеющими разное комплексное электросопротивление (Z). Перед проведением коагуляции проводят настройку аппарата на необходимую мощность. При настройке двухэлектродных коагуляторов мощность связана со значением напряжения, так как этот параметр в ходе проведения коагуляции остается неизменным, то есть стабильным. Учитывая то, что сила тока может быть выражена как отношение напряжения к комплексному электросопротивлению, формула, отражающая определение значения мощности, при использовании двухэлектродного коагулятора, приобретает следующий вид: $P = U^2 / Z$. Из нее следует, что при падении электросопротивления, мощность может резко увеличиться, что будет сопровождаться образованием избыточного количества тепловой энергии. В связи с этим, двухэлектродные диатермокоагуляторы при проведении эндодонтического лечения зубов использовать опасно, так как при снижении электросопротивления, что будет в тех случаях, когда в канале появляется экссудат или кровь, из-за избыточного нагрева могут травмироваться ткани, окружающие зуб.

В отличие от двухэлектродных коагуляторов, при проведении диатермокоагуляции одноэлектродным коагулятором, неизменным, то есть стабильным, является не напряжение, а сила тока. Учитывая то, что напряжение может быть выражено как произведение силы тока и электросопротивления, формула, отражающая определение значения мощности, имеет следующий вид: $P = I^2 \times Z$. Формула показывает, что при снижении электросопротивления мощность так же будет снижаться и опасности перегрева для окружающих зуб тканей не будет.

Таким образом, для проведения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов, можно использовать только одноэлектродные

диатермокоагуляторы. В связи с этим, для проведения исследований, нами была выбрана современная модель отечественного одноэлектродного диатермокоагулятора ДК – 35 МС, генерирующий переменный электрический ток высокой частоты 2640 кГц, имеющий выходное сопротивление 1,5 кОм. (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Одноэлектродный диатермокоагулятор, использованный при проведении исследований.

2.3.1. Определение оптимальных параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов

При определении оптимальных параметров диатермокоагуляции мы исходили из того, что выделяющаяся при проведении этой процедуры тепловая энергия не должна травмировать окружающие корень зуба ткани, но при этом быть максимально эффективной в отношении подавления жизнедеятельности патогенных микроорганизмов в корневых каналах зубов. Данная задача была реализована за счет экспериментального исследования, которое состояло из двух этапов. Первый этап был посвящен определению параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции не способных вызвать нагрев, окружающих корень зуба периодонт и кость альвеолы. Этот этап был проведен на 12

свежеудаленных, ранее не подвергавшихся эндодонтическому лечению однокорневых одноканальных зубах. Все исследуемые зубы являлись резцами: 6 резцов верхней челюсти и 6 резцов нижней челюсти. При подготовке зубов к исследованию, раскрывали полость зуба, проводили механическую обработку корневого канала до размера 025 в сочетании с ирригацией физиологическим раствором.

При проведении экспериментального исследования моделировали диатермокоагуляцию в корневых каналах подготовленных удаленных зубов с использованием одноэлектродного диатермокоагулятора ДК – 35 МС. Подготовленный зуб располагали на марлевой салфетке, предварительно пропитанной физиологическим раствором, под которой находилась металлическая пластина. Для имитации условий максимально близких к реальным, соответствующим применению диатермокоагуляции в клинике, была использована электрическая емкость, эквивалентная емкости между поверхностью тела и корпусом диатермокоагулятора. Ее величина составляла 47 пикофарад. Металлическая пластина посредством провода через электрическую емкость была подсоединена к нейтральному входу диатермокоагулятора. Диатермокоагуляцию в корневом канале осуществляли с помощью корневой иглы, вставленной в электрододержатель. При проведении диатермокоагуляции электрод-корневая игла располагался в корневом канале на всем его протяжении от устья до физиологической верхушки корня зуба. Продолжительность процедуры составляла 3 секунды. Исследовали шесть параметров настройки диатермокоагулятора. Аппарат ДК – 35 МС является высокочастотным диатермокоагулятором, позволяющим проводить диатермокоагуляцию в импульсном режиме, в связи с этим при его настройке задаются параметры не только используемой мощности, но и продолжительности импульса. Изучаемые параметры настройки представлены в Таблице 1.

Таблица 1- Исследовали следующие параметры воздействия

Номер параметров диатермокоагуляции	Настройка продолжительности импульса	Настройка мощности (деление шкалы)	Полезная мощность (Вт)
1	4	6	13,1
2	4	5	9
3	4	4	5,4
4	4	3	3,06
5	3	5	6,5
6	3	4	4,1

Для определения параметров диатермокоагуляции, не способных вызвать нагрев окружающих зуб тканей, в ходе экспериментального исследования при проведении диатермокоагуляции изучали изменение температуры наружной поверхности корня исследуемого зуба в ходе проведения этой процедуры. Безопасными для окружающих тканей считали параметры диатермокоагуляции, при которых поверхность корня исследуемого зуба нагревалась не выше 36 градусов Цельсия.

Определение температуры наружной поверхности корня зуба осуществляли с помощью двух измерительных приборов, что давало возможность проводить двойной контроль изменения температуры. Одним из используемых приборов был тепловизор Seek Thermal, вторым был дистанционный инфракрасный термометра Testo 830 – T1 (Рисунок 5).

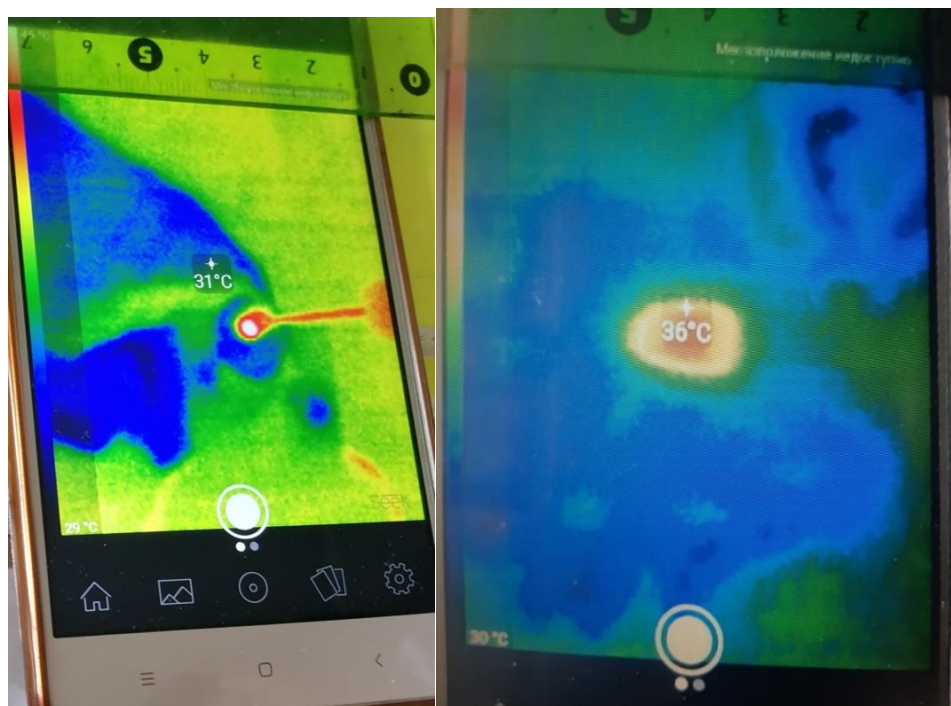


Рисунок 5 – Определение температуры поверхности корня зуба с помощью тепловизора Seek Thermal при проведении диатермокоагуляции

Второй этап экспериментального исследования был посвящен определению оптимальных параметров диатермокоагуляции безопасных в отношении нагрева окружающих зуб тканей, но обладающих максимально выраженным антибактериальным действием в отношении патогенной микробиоты корневых каналов зубов. Исследовали три параметра, не вызывающих нагрев поверхности корня выше 36 градусов Цельсия, которые были установлены в результате первого этапа экспериментального исследования.

Экспериментальный микробиологический этап заключался в том, что сравнительная противомикробная эффективность этих параметров настройки диатермокоагулятора была исследована при проведении диатермокоагуляции в корневых каналах удаленных зубов. Диатермокоагуляцию проводили по описанной выше методике. Перед проведением диатермокоагуляции, в корневые каналы импрегнировали взвеси отдельных видов микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов при лечении пульпита. В эксперименте использовали 45 зубов, в которых эндодонтическое лечение ранее не проводилось. Корневые каналы удаленных зубов перед экспериментом были инструментально обработаны.

Для обеспечения электропроводности твердых тканей зуба, близких к естественным, подготовленные зубы помещали в физиологический раствор на 24 часа. Осуществляли импрегнацию в корневые каналы представителей факультативно-анаэробных бактерий и грибов. Кокковая микробиота была представлена следующими видами: *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*. Использовали так же палочковидные микроорганизмы - *Escherichia coli* и представители грибковой микробиоты - *Candida albicans*.

Взвеси в физиологическом растворе использованных в эксперименте штаммов представителей микробиоты содержали 10^8 КОЕ/мл, что определяли на основании оптического стандарта мутности. С помощью пипетки на устье корневого канала помещали 0,5 мл взвеси и проводили импрегнацию с помощью эндодонтических инструментов в течение 5 минут.

Обсемененность корневых каналов микроорганизмами определяли дважды: до, и после проведения диатермокоагуляции в разных режимах настройки параметров. Микробиологический материал из корневого канала получали с помощью стерильного бумажного абсорбера, номер 20, используемого при эндодонтическом лечении зубов. Посев микробиологического материала, полученного с помощью абсорбера, проводили по методике Гольда в модификации Мельникова-Царева.

Для посевов в зависимости от исследуемого вида микроорганизма использовали различные питательные среды: для кокковой флоры и палочковидного микроорганизма 5% кровяной агар, а для грибов рода кандида – среду Сабуро. Посевы помещали в анаэростат на 7 дней. Температурный режим пребывания в анаэростате составлял 37°C. После этого осуществляли подсчет выросших колоний микроорганизмов (Рисунок 6,7). Параметры настройки диатермокоагулятора признавали эффективными при достоверном снижении количества колоний, наблюдаемых на питательных средах после проведения диатермокоагуляции по сравнению с количеством колоний до проведения процедуры ($p < 0,05$).

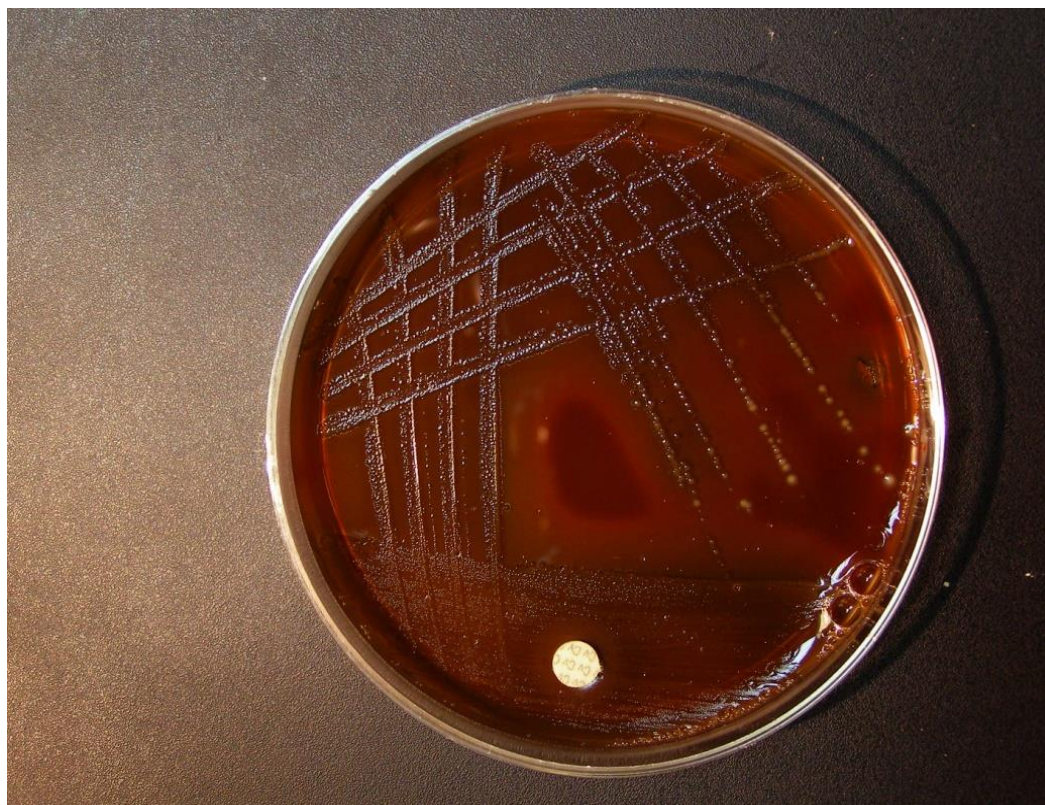
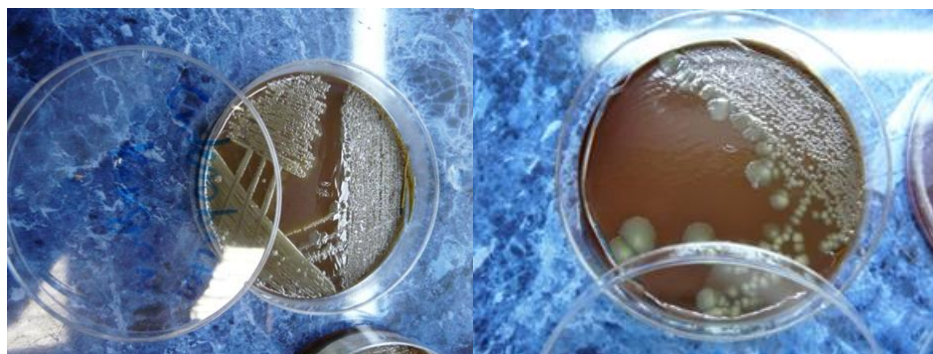


Рисунок 6 – Колонии *Enterococcus faecalis* на 5% кровяном агаре



А

Б

Рисунок 7 - Изменение количества колоний *Enterococcus faecalis* на поверхности кровяного агара до (А), и после (Б) после проведения диатермокоагуляции

После определения оптимальных параметров настройки диатермокоагулятора изучали дезинфицирующую эффективность высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при настройке аппарата с использованием этих параметров при эндодонтическом лечении зубов в клинике. Было проведено лечение 15 пациентов с диагнозом хронический пульпит и 15 пациентов с диагнозом хронический язвенный пульпит в возрасте от 18 до 65 лет,

всего 30 пациентов. У всех пациентов после раскрытия полости, взятия мазка на контрольный посев и обеспечения доступа в канал проводили диатермокоагуляцию при оптимальных параметрах воздействия, выявленных на основании экспериментальных исследований, в течение 3 секунд. После проведения диатермокоагуляции проводили повторный забор из канала для определения состава микробиоты после воздействия тока высокой частоты. Методика проведения забора и посева при микробиологических исследованиях подробно представлена выше.

2.3.2. Определение дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий, при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте

С целью дезинфекции содержимого корневых каналов на сегодняшний день применяются два вида воздействий, которые за счет повышения температуры в корневом канале способны оказывать противомикробное действие. К таким видам относятся: применение переменного тока высокой частоты (диатермокоагуляции) и высокоинтенсивного лазерного излучения. В соответствии с существующими рекомендациями с этой целью можно использовать высокоэнергетическое лазерное излучение инфракрасного диапазона, продуцируемое лазерными аппаратами разных типов, в том числе, светодиодных и эрбиевых.

Проведено экспериментальное исследование по определению дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий при эндодонтическом лечении зубов. При проведении экспериментального исследования использовали удаленные зубы, где ранее эндодонтическое лечение не проводилось. Было задействовано 120 удаленных зубов. Изучали дезинфицирующую эффективность одноэлектродной диатермокоагуляции и двух лазерных аппаратов разных типов, а именно эрбиевого лазера длиной волны 2940 нм, источником которого являлся аппарат Opus Duo (Израиль) и диодного с длиной волны 970 нм, источником которого являлся

аппарат Doctor Smile (Италия). На рисунке 8 лазерные аппараты, использованные при проведении экспериментального исследования, А и Б.



А

Б

Рисунок 8 – А- Orpus Duo (Израиль), Б- Doctor Smile (Италия)

Все удаленные зубы за 24 часа до проведения экспериментов замачивались в изотоническом растворе хлорида натрия, затем были разделены на три равные группы, в зависимости от методики обработки канала. В каждой группе применяли два параметра воздействия лазера согласно паспорту по эксплуатации лазерного аппарата: для аппарата Orpus Duo энергия в импульсе - 300 мДж, частота - 10 Гц, мощность - 7 Вт. Обработка 2 раза по 30 секунд, одна за другой. Второй параметр: мощность - 7Вт, частота – 12 Гц, энергия в импульсе - 850мДж. Обработка такая же, как и в первом режиме; для аппарата Doctor Smile мощность 1.0 Вт, «непрерывный импульс», в течение 10 секунд – первый параметр, мощность 1.5 Вт, «непрерывный импульс», в течение 20 секунд – второй. В связи с тем, что в инструкциях к каждому из лазерных аппаратов при эндодонтическом лечении зубов рекомендованы по два режима воздействия, в третьей группе удаленных зубов диатермокоагуляцию микробной взвеси в корневых каналах проводили также в двух режимах, которые на основании ранее проведенных нами исследований, считали наиболее эффективными. Первый: продолжительность импульса – 3,

мощность – 4 , что соответствует полезной мощности в 4,1 Вт, время воздействия – 3 секунды. Второй: продолжительность импульса – 4, мощность – 4, что соответствует полезной мощности в 5.4 Вт, время воздействия – 3 секунды.

Для определения дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий, при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте использовали клинические штаммы факультативно анаэробных бактерий, полученных из корневых каналов зубов при пульпите и периодонтите, такие, как: *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* и дрожжевых грибов *Candida albicans*.

Методика проведения микробиологического исследования соответствовала той, которая описана в предыдущей подглаве 2.3.1. Количественный учет микроорганизмов в контрольном посеве, полученном до воздействия, и в посеве, полученном после воздействия, осуществляли с помощью исследовательского стереомикроскопа путем подсчета количества колоний микроорганизмов, выросших на секторах чашки.

2.3.3. Определение клинической эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов

С целью определения клинической эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов было проведено лечение 100 пациентов, разделенных в зависимости от методов лечения, включавших или нет применение высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции, на две группы: основную, которая включала 25 пациентов с диагнозом хронический пульпит и 25 пациентов с диагнозом хронический язвенный пульпит. В этой группе при эндодонтическом лечении применяли диатермокоагуляцию при параметре воздействия - продолжительность импульса – 4, мощность – 4, что соответствует полезной мощности в 5.4 Вт, время воздействия – 3 секунды, так как именно этот режим воздействия будучи безопасным для

окружающих зуб тканей, показал наибольшую дезинфицирующую эффективность при микробиологических исследованиях *in vitro* и *in vivo*.

Вторая группа, контрольная, также включала 25 пациентов с диагнозом хронический пульпит и 25 пациентов с диагнозом хронический язвенный пульпит. В этой группе при эндодонтическом лечении диатермокоагуляцию не проводили. Возраст пациентов составил от 18 до 65 лет. Критерии включения: наличие подписанного информированного согласия, отсутствие сопутствующей патологии в декомпенсированном состоянии, отсутствие кардиостимулятора, отсутствие беременности. Критерии не включения: отсутствие подписанного информированного согласия, наличие сопутствующей патологии в декомпенсированном состоянии, наличие кардиостимулятора, беременность.

Эндодонтическое лечение проводилось согласно клиническим рекомендациям. После обеспечения входа в корневой канал при лечении пациентов основной группы осуществляли высокочастотную одноэлектродную диатермокоагуляцию содержимого корневых каналов зубов. В качестве электрода использовали корневую иглу, продвигая ее при включенном аппарате к апексу в течение 3 секунд. Далее осуществляли стандартную механическую и медикаментозную обработку с последующим пломбированием канала методом латеральной конденсации холодной гуттаперчей с использованием силера Dentsply AN – plus производства США. У каждого пациента для фиксации уровня пломбирования проводили контактную прицельную рентгенографию. В следующее посещение через 2 дня ставили постоянную пломбу из светоотверждаемого композита.

Эндодонтическое лечение пациентов контрольной группы не включало этап проведения диатермокоагуляции. После стандартной механической и медикаментозной обработки, корневые каналы, как и в первой группе, пломбировали методом латеральной конденсации холодной гуттаперчей с использованием силера Dentsply AN – plus производства США.

Обследование пациентов после лечения во всех группах проводили в первые две недели после пломбирования корневых каналов, а также через 6 месяцев и через 12 месяцев после лечения с контрольной рентгенограммой.

2.4. Определение эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными каналами

2.4.1. Изучение распределения соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода

С целью изучения распределения соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода провели исследование в лабораторных условиях на 24 удалённых зубах с облитерированными каналами более половины длины корневого канала. Перед процедурой каждый корневой канал подвергали механической обработке, расширяя его по проходимости не менее 5 мм. При обработке корневого канала не использовали химически агрессивные вещества. Корневой канал промывали дистиллированной водой и смачивали изотоническим раствором хлорида натрия, после чего в него помещали специальный одножильный медный электрод, предназначенный для внутриканальных воздействий постоянным током.

Электрод состоит медного металлического проводника, помещенного в электроизоляцию. В изоляции находится весь электрод, за исключением его рабочей – активной части, где она отсутствовала на расстоянии 1 - 2 мм от торца проводника.

Электрод фиксировали в пройденной части облитерированного корневого канала с помощью временного светового материала.

Медный электрод подключали к плюсу источника тока, пассивный – к минусу. В качестве источника постоянного тока использовали аппарат «Поток - 1».

Процедуры дозировали по количеству электричества, которое составляло 2,5 - 5 мА х мин.

Зубы помещали в стеклянный стаканчик с изотоническим раствором хлорида натрия до эмалево-цементной границы. К стенке стаканчика и пробирки зубы фиксировали с помощью LC BLOCK, полимеризуя его световой энергией. В качестве пассивного электрода использовали графитовые электроды. Пассивный электрод не касался зуба и находился на расстоянии не менее 10 мм от него.

Доза воздействия составила 2,5 - 5 мА х мин. После проведения процедуры изучали распределение в корнях зубов соединений и меди.

При 3-х кратном увеличении проводили осмотр наружной поверхности корня зуба.

Половину исследуемых зубов распиливали поперёк корня с помощью алмазного диска с применением водяного охлаждения в четырёх участках, а именно:

- 1 – верхняя треть корня, примыкающая к устью корневого канала;
- 2 – середина корня;
- 3 – нижняя треть корня, примыкающая к апикальной части;
- 4 – апикальная часть корня зуба.

Следующих 12 зубов разламывали поперёк корня в четырёх, описанных выше участках. Для этого на корне зуба с помощью алмазного диска делали поперечные насечки. Затем корни разламывали щипцами в области нанесённых насечек.

Полученные распилы и расколы корней зубов, а также рабочую-активную часть использованного медного электрода осматривали и изучали под микроскопом при суммарном 40 – 100 кратном увеличении.

2.4.2. Исследование противомикробного действия анодного растворения в эксперименте медных и серебряно-медных электродов

В ходе экспериментального исследования изучали антимикробное действие анодного растворения одножильных электродов из меди и меди, покрытой серебром, которые используются в эндодонтической практике при внутриканальных воздействиях постоянным током. Для проведения исследования использовали жидкие питательные среды, в которые помещали исследуемые микроорганизмы. После анодного растворения, изучаемого электрода, микроорганизмы в питательных средах подвергали автоматическому культивированию.

Исследование осуществляли на микроорганизмах, которые были высеяны из корневых каналов зубов при хроническом пульпите. Причем, это были как отдельные изоляты грибов и бактерий: *S. constellatus*, *P. intermedia*, *C. albicans*, так и смешанные культуры микроорганизмов: 1) *S. constellatus* + *F. nucleatum*; 2) *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*.

Для культивирования микроорганизмов использовали биореактор «Реверс-Спиннер RTS-1» (BioSan, Латвия) (Рисунок 9).



Рисунок 9 – Биореактор «Реверс-Спиннер RTS-1»

Этот прибор позволяет осуществлять автоматический интерактивный контроль роста микроорганизмов. Для осуществления этой функции проводилось автоматическое измерение оптическая плотность (OD). Используемая длина волны 850нм. Измерения проводились с использованием международных единиц мутности по стандарту МакФарланд. Исследуемые микроорганизмы культивировали в жидких питательных средах производства HiMedia Laboratories Pvt. Limited (Индия).

Для каждого эксперимента, отдельно, в стерильных пробирках объемом 5 мл, готовили бактериальную взвесь в общем количестве 4 мл. Оптическую плотность полученной взвеси, измеряли с помощью денситометра DEN-1B (BioSan, Латвия), и для всех образцов она составляла $0,5 \pm 0,3$ ЕД Mcf, что в пересчете на КОЕ – $1,5 \times 10^8$ в 1 мл.

При постановке каждого эксперимента проводили культивирование в нескольких разных параллелях.

Для культивирования микроорганизмов в биореакторе использовали центрифужные пробирки объемом 50 мл, в которые помещали 20 мл питательной среды и 1 мл микробной взвеси.

При изучении эффективности подавления жизнедеятельности микроорганизмов с помощью анодного растворения одножильного медного провода, покрытого серебром, в пробирку помещали два таких провода.

На одном проводе тефлоновая изоляция была удалена на расстоянии 10 мм, а на другом на 2 мм от кончика электрода. Электрод, освобожденный от изоляции на 2 мм, являлся анодом и располагался на дне пробирки. Второй электрод являлся катодом и был полностью погружен зачищенной частью в питательную среду в верхней части пробирки (Рисунок 10).

При изучении эффективности подавления жизнедеятельности микроорганизмов с помощью анодного растворения одножильного медного провода, не покрытого серебром, в пробирку помещали два таких провода.

Для подачи постоянного тока использовалось устройство «ПоТок» производства «Каскад-ФТО, Россия».

Анодное растворение электродов при проведении экспериментальных исследований дозировали по количеству электричества, которое во всех случаях составляло 5 мА х мин.

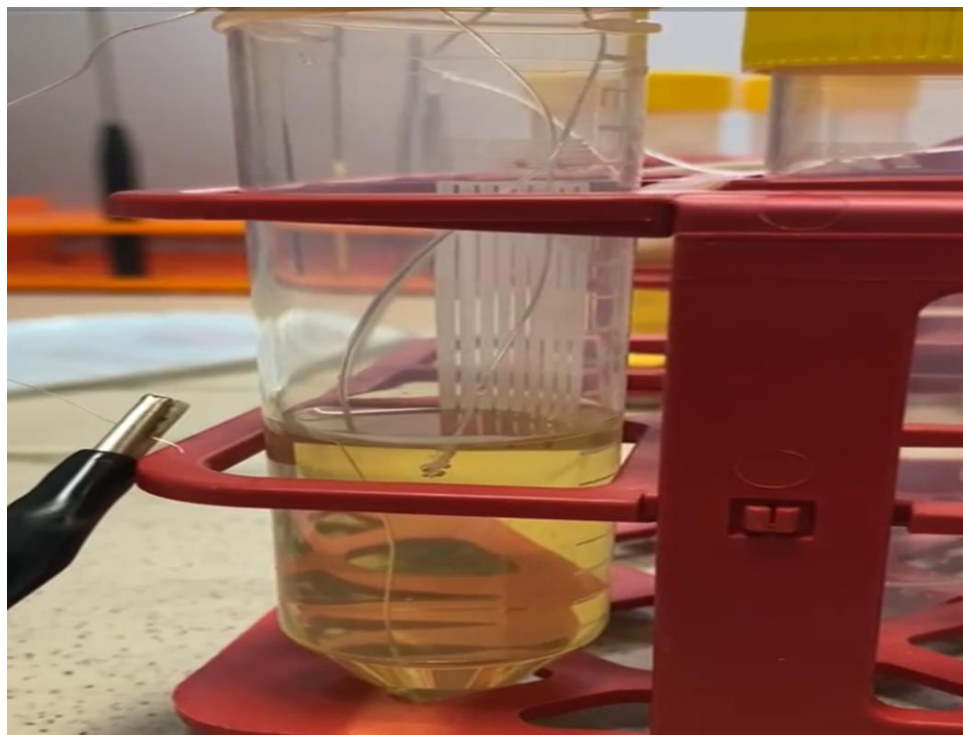


Рисунок 10 – Процесс анодного растворения медного электрода, покрытого серебром, во время эксперимента

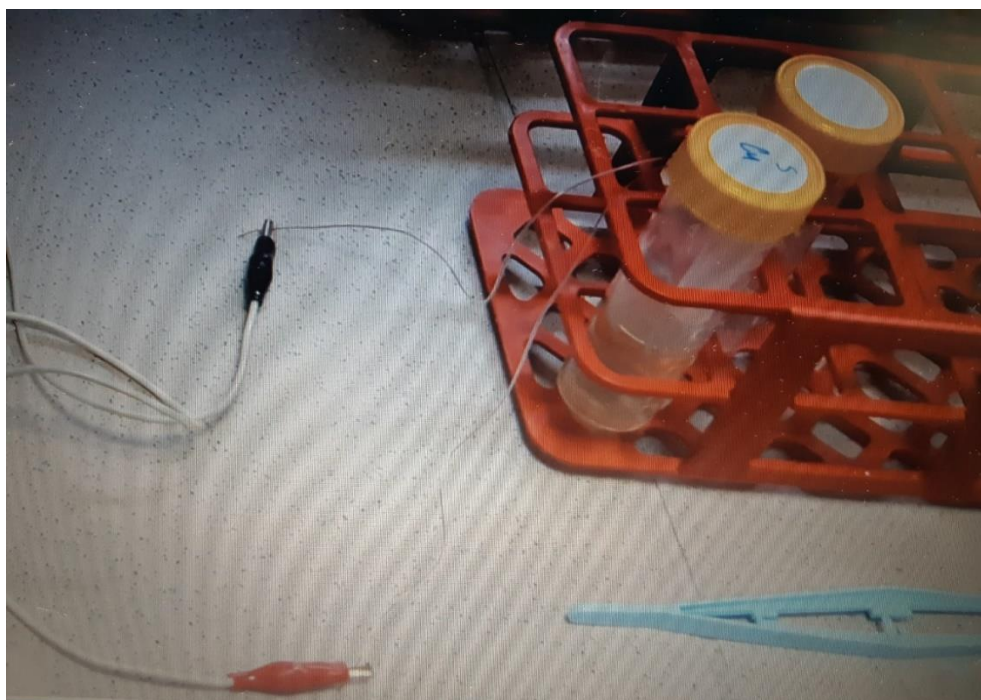


Рисунок 11 – Процесс анодного растворения медного электрода во время эксперимента

После завершения процесса анодного растворения исследуемых электродов, электроды извлекали из пробирок, а сами пробирки размещали в биореакторе, после чего запускался процесс автоматического культивирования (Рисунок 11,12).



Рисунок 12 – Пробирки после анодного растворения, подготовленные к размещению в биореакторе

Для каждого эксперимента с помощью ридера на экране дисплея компьютера (и в печатном виде) строились кривые роста бактериальных и грибковых популяций с регистрацией точек изменения оптической плотности в единицах по оптическому стандарту МакФарлэйна (ЕД Mcf), что пересчитывалось на количество микробных клеток в 1 мл, например, 108 КОЕ/мл (колониеобразующих единиц).

Результаты обрабатывали методом вариационной статистики (погрешность при регистрации оптического показателя составляла $\pm 0,3$ Umcf).

2.4.3. Клинико-лабораторное исследование противомикробной эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении хронических форм пульпита

Изучение антимикробной активности метода внутриканального анодного растворения медных электродов при облитерации каналов более чем на $\frac{1}{2}$ длины корней, проводили среди 34 пациентов первой группы, у которых использовалась данная техника лечения с применением постоянного тока.

Изучение микробного материала, полученного из корневых каналов исследуемых зубов, осуществляли дважды – до и после внутриканального анодного растворения одножильного медного электрода.

Материал для микробиологического исследования получали путем погружения стерильного бумажного абсорбера в исследуемый корневой канал. После извлечения из корневого канала абсорбер погружали в пробирку с полужидкой питательной средой Эймса и транспортировали в охлаждённом состоянии (2-4⁰С) в течение часа в микробиологическую лабораторию.

Микробиологическое исследование проводили в микробиологической лаборатории кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России.

Исследование микроорганизмов проводилось согласно методикам аэробного и анаэробного культивирования. Труднокультивируемые микроорганизмы обнаруживали, благодаря полимеразной цепной реакции. Для проведения данного исследования использовали тест-систему «Мультидент–5» производства ООО «Генлаб» (РФ).

2.4.4. Определение клинической эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными каналами

Было проведено обследование и лечение 100 больных с хроническими формами пульпита в зубах с корневыми каналами, облитерированными более чем на половину длины корня зуба. В рамках комплексной терапии у всех больных использовали трансканальные процедуры с применением постоянного тока. У всех пациентов перед началом лечения проводили электроодонтодиагностику для подтверждения диагноза и выявления оставшейся витальной инфицированной пульпы в непроходимых участках корневых каналов зубов.

В случаях обнаружения недевитализированной пульпы в корневых каналах (с показателями электроодонтодиагностики ниже 100 мкА), использовали параформальдегид для ее девитализации. Показатели электроодонтодиагностики выше 100 мкА указывали на успешную девитализацию пульпы.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода трансканального лечения с использованием постоянного тока. Для всех методов трансканального воздействия использовался аппарат "ПоТок" (производство "Каскад-ФТО, Россия), который показан на Рисунке 8.\

В первой и второй группах применяли внутриканальное анодное растворение электродов: в первой группе, состоящей из 50 пациентов, использовали медные электроды, а во второй группе, включающей 50 пациента, применяли серебряно-медные электроды.

В первой группе использовали медный электрод для внутриканального анодного растворения, который являлся одножильным медным проводом толщиной 0,13 мм, обернутым в фторопластовую (тефлоновую) оболочку с внешним диаметром 0,27 мм. Активная рабочая зона электрода на расстоянии 2 мм от его конца была освобождена от изоляции (Рисунок 9).

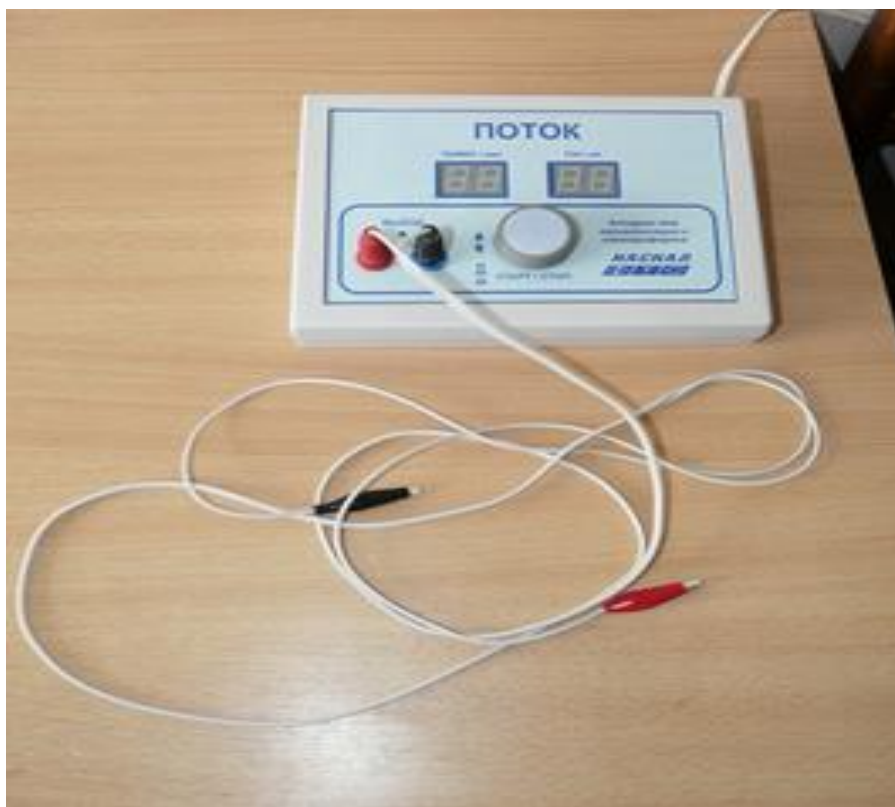


Рисунок 13 – Источник постоянного тока

Во второй группе использовался серебряно-медный электрод для аналогичных целей, состоящий из одножильного медного провода, покрытого серебром. Толщина серебряного покрытия составляет 3 мкм. Диаметр металлической части электрода 0,13 мм. Снаружи электрод покрыт фторопластовой (тефлоновой) изоляцией (диаметр электрода в изоляции 0,27 мм). Активная рабочая зона электрода на расстоянии 2 мм от его конца была освобождена от изоляции, как и в описанном выше электроде. (Рисунок 13).

До проведения процедуры в зубах пациентов 1 и 2 групп, корневые каналы подвергали инструментальной обработке, добиваясь расширения канала по проходимости 5-7 мм. По окончании инструментальной обработки, каналы промывали дистиллированной водой. А перед размещением электрода их смачивали физиологическим раствором. Затем, в зависимости от групповой принадлежности, в корневой канал помещали медный (у больных 1 группы) или серебряно-медный электрод (у больных 2 группы).

При использовании электрода, его активная рабочая часть находилась возле облитерированной части корневого канала (Рисунки 14, 15).



Рисунок 14 – Одножильный медный электрод, используемый для внутриканального анодного растворения



Рисунок 15 – Одножильный медный электрод, покрытый серебром, используемый для внутриканального анодного растворения



Рисунок 16 – Размещения медных и серебряно-медных электродов для анодного растворения внутри канала

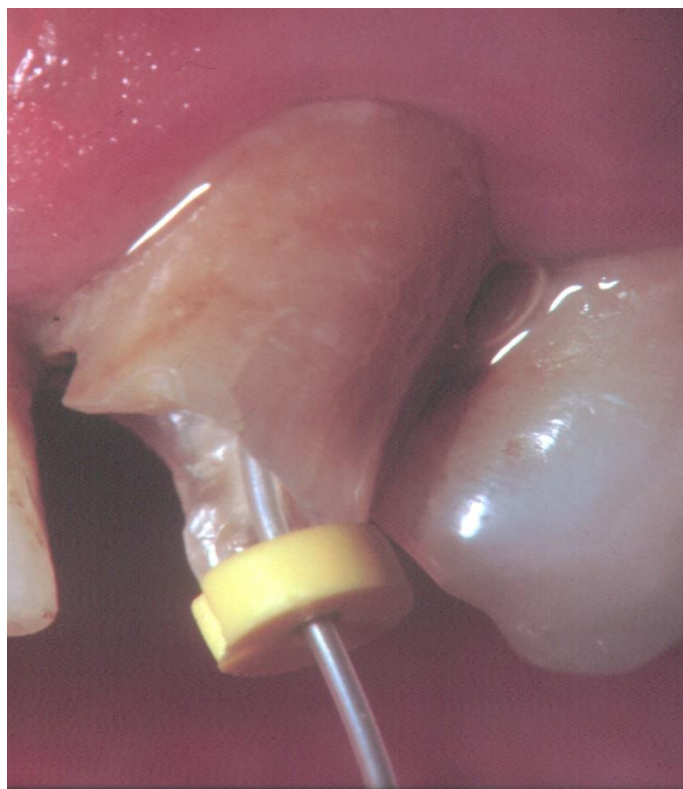


Рисунок 17 – Внешний вид серебряно-медного электрода, введенного в корневой канал зуба

В качестве вещества, препятствующего взаимодействию электрода с ротовой жидкостью, использовали временный фотоотверждаемый материал (Рисунок 17).

Во всех группах пассивный электрод по отношению к активному электроду располагали по продольной методике на коже предплечья руки (Рисунок 18).

Продольная методика расположения электродов предполагает, что один из электродов находится в области патологического очага, а другой – на участке тела не связанным с патологическим очагом.

В качестве пассивного электрода использовали медицинские пластинчатые электроды однократного применения для электротерапии из токопроводящей бумаги ЭИНЭПо-01 («ИНИСС-мед») (Рисунок 16).

Пассивный электрод фиксировали на коже с помощью резинового бинта (Рисунок 17).



Рисунок 18 – Расположение пассивного электрода на предплечье руки



Рисунок 19 – Фиксация пассивного электрода на предплечье руки

Активный электрод, расположенный в зубе, во всех группах подключали к плюсу источника тока, пассивный, расположенный на предплечье руки, – к минусу (Рисунок 19).

Дозирование внутриканального анодного растворения электродов в первой и во второй группах осуществляли по количеству электричества. Для каждого корневого канала доза воздействия была 5 мА x минут (Рисунок 20).

При необходимости проведения внутриканального анодного растворения в нескольких корневых каналах, процедуры проводили в каждом канале отдельно, каждый раз заменяя медный или серебряно-медный электрод на новый.

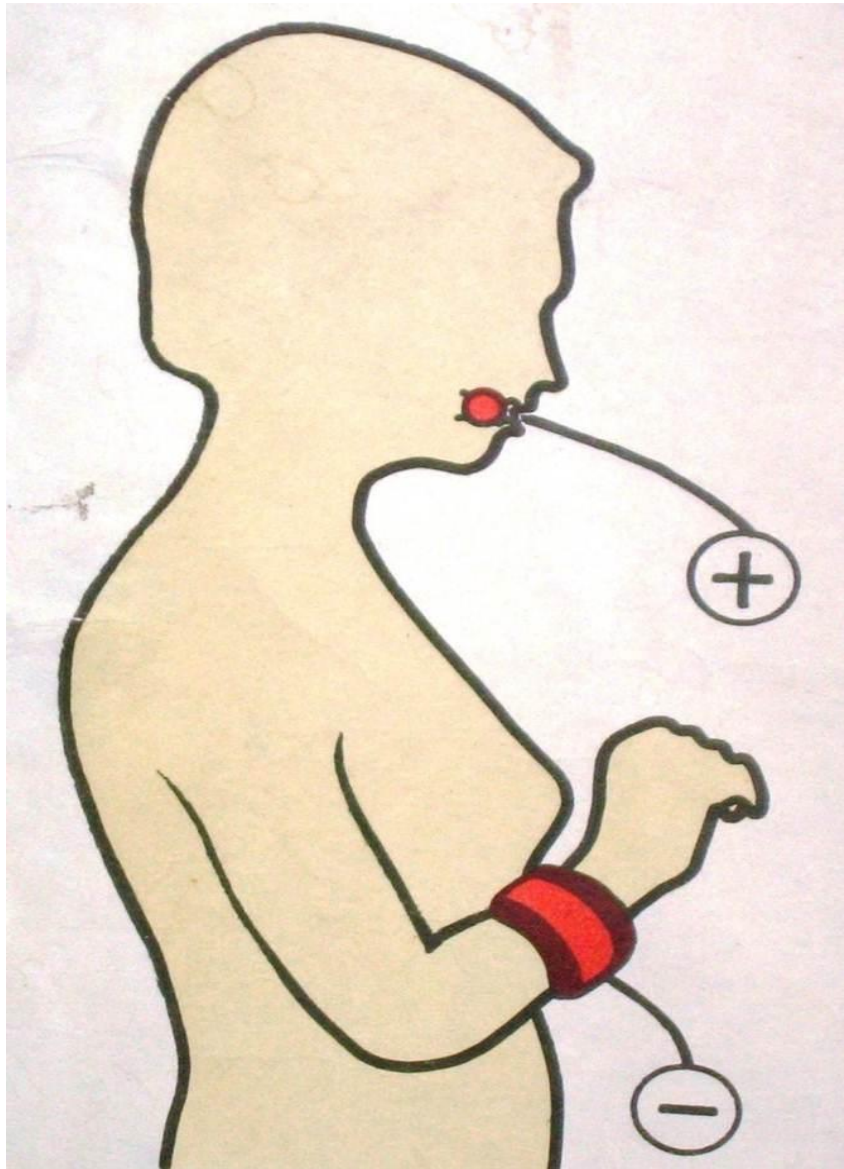


Рисунок 20 – Схема расположения электродов при проведении трансканальных воздействий постоянным током

Хорошо проходимые корневые каналы, не нуждавшиеся в трансканальных воздействиях постоянным током, пломбировали за 3-5 дней до проведения процедуры в других корневых каналах, с использованием в качестве силера – пасты AN Plus в сочетании с гуттаперчевыми штифтами.

После завершения электропроцедур, в каждой из групп проводилось пломбирование частично облитерированных корневых каналов. Корневые каналы по проходимости заполнялись пломбировочным материалом с использованием в качестве силера пасты AN Plus (Dentsply).

2.5. Статистическая обработка полученных результатов

Результаты исследований обрабатывали методами вариационной статистики с определением средней величины, её ошибки, критерия Стьюдента для множественных сравнений, используя программы Excel (MS Office). С учётом количества выборки определяли вероятность различий P . Статистически достоверным считали значения $P < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Результаты изучения эффективности применения различных форм тока и разных контактных сред при проведении электроодонтодиагностики

3.1.1. Результаты анкетирования врачей - стоматологов по вопросам применения электроодонтодиагностики в практической деятельности

С целью определения наиболее часто используемых аппаратов для проведения электроодонтодиагностики, а также, насколько удовлетворены врачи качеством диагностики, проведенной на перечисленных аппаратах, было проведено анкетирование 147 практикующих врачей стоматологов. В исследовании приняли участие стоматологи со стажем работы от 5 до 10 лет в количестве 43 человек, что составило 30% от опрошиваемых, со стажем работы от 10 до 25 лет в количестве 53 человек - 36% от опрошиваемых и со стажем работы от 25 лет и выше в количестве 51 человека - 34% от опрошиваемых.

Согласно результату анкетирования 90% опрошенных врачей, то есть 133 врача из 147 опрошенных, имели опыт применения электроодонтодиагностики в своей лечебной практике. Однако, по мнению опрошенных укомплектованность стоматологических клиник аппаратами для проведения электроодонтодиагностики, является на сегодняшний день не достаточной. Из 133 врачей возможность проводить исследование в своей клинике было только у 74 человек, а остальным 59 врачам приходилось отправлять пациентов на электроодонтодиагностику в другие стоматологические учреждения.

В результате анкетирования было обнаружено, что для проведения электроодонтодиагностики опрошенные врачи использовали четыре вида аппаратов. Аппарат для проведения электроодонтодиагностики Pulp tester, производство Китай, использовали 9 врачей, американской фирмы Parkell Digitest был в наличии у 22 работающих с ним врачей. Аппарат российско-израильской фирмы Geosoft ЭндоЭст, находился в использовании у 19 врачей. Отечественный

аппарат	ИВН-01	Пульптест	ПРО	имелся
---------	--------	-----------	-----	--------

у 24 врачей стоматологов.

Из 133 человек, имевших опыт применения электроодонтодиагностики в своей лечебной практике, лишь 44 врача, что составило 33%, были полностью удовлетворены результатами данного исследования. Указывали, что электроодонтодиагностика позволяет не только уточнить диагноз, но и контролировать эффективность лечебных мероприятий. 89 врачей, то есть 67%, считали результаты электроодонтодиагностики не достаточно информативными. Врачи указывали, что с помощью данного метода можно определить является ли исследуемый зуб «витальным, или девитальным», так как при изучении электровозбудимости одного и того же зуба часто наблюдается значительный разброс показаний прибора. Кроме того, при проведении исследования в зубах со сниженной электровозбудимостью возникали сложности в связи с тем, что ток часто не достигал максимальных значений, обозначенных в инструкции к аппарату.

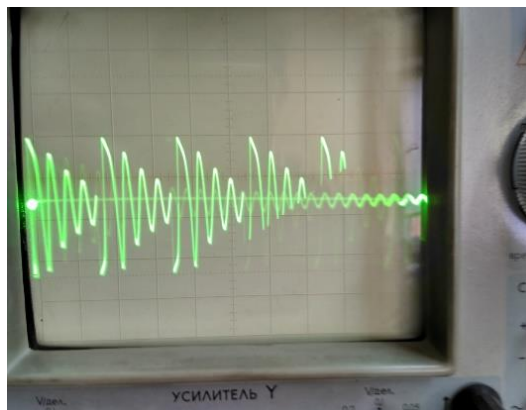
Таким образом, результаты анкетирования показали, что среди врачей, имевших опыт применения электроодонтодиагностики в своей лечебной практике, две трети опрошенных не были полностью удовлетворены результатами данного вида исследования, так как испытывали сложности с интерпретацией полученных результатов, что связывали не столько с недостатками самой методики проведения электроодонтодиагностики, сколько с качеством используемой аппаратуры. При этом, в результате проведенного опроса, было определено, что для проведения электроодонтодиагностики в настоящее время используются чаще всего четыре вида аппаратов: Pulp tester, производство Китай, Digitest, Parkell, США, ЭндоЭст, Geosoft, Россия-Израиль и аппарат ИВН-01 Пульптест ПРО, Каскад ФТО, Россия.

3.1.2. Результаты и изучения эффективности применения различных форм тока при проведении электроодонтодиагностики

Были изучены осциллограммы, полученные от четырех аппаратов, которые используются в качестве источника тока для проведения электроодонтодиагностики. Полученные осциллограммы представлены на Рисунке 21.



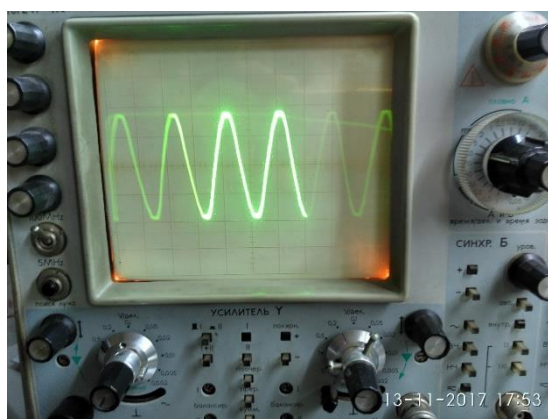
А



Б



В



Г

Рисунок 21- Осциллограммы, полученные от аппаратов для проведения электроодонтодиагностики. А - Pulp tester, Б – Digitest, В – ЭндоЭст, Г - ИВН-01 Пульптест ПРО

Технические характеристики аппаратов, описание формы продуцируемого каждым аппаратом тока, а также результаты анализа погрешности измерений, полученных при проведении электроодонтодиагностики у 350 на 1537 зубах каждым видом тока представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Техническая характеристика и погрешность измерений различных источников тока, применяемых для проведения электроодонтодиагностики

№	Источник тока	Вид и форма тока	Измеряемые параметры	Разброс показаний при проведении электроодонтодиагностики
1	Pulp tester	Постоянный, прямоугольной формы положительной полярности частотой 10 Гц	Сила тока в условных единицах	От 20 до 40 условных единиц
2	Digitest	Импульсный переменный ток, синусоидальной формы, нарастающий и затухающий по амплитуде. Длительность импульсов составляет от 60,5мс до 124мс. Периодичность повторения импульсов находится в диапазоне от 140мс до 284мс.	Напряжение в условных единицах	От 10 до 20 условных единиц
3	ЭндоЭст	Переменный ток прямоугольной формы частотой 50 Гц	Сила тока в микроамперах	От 5 до 45 мкА
4	ИВН 01 Пульпест – Про	Переменный ток синусоидальной формы частотой 50 Гц	Сила тока в микроамперах	От 4 до 6 мкА

Аппарат Pulp tester, производство Китай, является источником постоянного тока прямоугольной формы положительной полярности (Рисунок 21 А). Такую форму тока в электротехнике называют прямоугольным меандром, который представляет собой серию импульсов прямоугольной формы. Для анализа подобной формы тока меандр должен быть разложен в ряд Фурье, что является относительно сложным и обуславливает наличие аппаратной ошибки измерения. Дополнительным недостатком является то, что на цифровом табло аппарата

отображаются значения не в микроамперах, а в условных единицах. От использования постоянного тока для изучения состояния пульпы зуба отказались в нашей стране еще в 50-е годы, так как данный вид тока вызывает поляризацию тканей зуба, что значительно повышает электросопротивление при проведении процедуры, что не дает возможности добиться силы тока, обладающей раздражающим действием на рецепторы пульпы зуба. Кроме того, постоянный ток, особенно положительной полярности, вызывает эффект анальгезии, то есть снижает чувствительность рецепторов, что так же отрицательно влияет на результат измерения.

При изучении электровозбудимости данным аппаратом пульпы интактных зубов, обладающих наибольшим электросопротивлением, и зубов с постоянными композитными пломбами, максимальные значения силы тока составляли от 16 до 30 условных единиц. При этом, какие-либо ощущения отсутствовали, значения тока не поднимались, так как аппарат не мог преодолеть сопротивление твердых тканей зуба. При проведении электроодонтодиагностики в зубах с кариесом дентина, когда на исследуемом участке эмаль зуба отсутствовала, в 60% случаев аппарату удавалось преодолеть электросопротивление, однако разброс данных составил от 20 до 40 условных единиц, при этом ощущений или не было, или они были очень слабые. При сниженной электровозбудимости зубов, в частности в зубах, где ранее было проведено эндодонтическое лечение, не удавалось добиться максимальной силы тока 80 условных единиц, заявленных в паспорте к аппарату. При этом ощущения в исследуемом зубе отсутствовали. Таким образом, на основании проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что постоянный импульсный ток не может быть рекомендован, как эффективное средство определения состояния пульпы зуба.

Аппарат Digitest (США), является источником импульсов переменного тока, нарастающих и затухающих по амплитуде, синусоидальной формы (Рисунок 21 Б). Математический анализ импульсов подобной формы затруднителен, что создает условия для аппаратной ошибки измерения. Дополнительную погрешность вносит

то, что при проведении процедуры на цифровом табло отражается не сила тока, а напряжение в условных единицах.

При исследовании зубов с интактной пульпой аппарат преодолевает электросопротивление не пораженной эмали и зубов с пломбами из композитных материалов, при этом процедура вызывает очень резкие и болезненные ощущения. Разброс показаний на шкале прибора цифр составлял от 2 до 10 единиц измерения. Разброс показаний при кариесе увеличивался до 20 единиц измерения. При исследовании зубов с предполагаемыми изменениями в пульпе, разброс цифр уменьшился до 11-14 единиц. В зубах со сниженной электровозбудимостью, при частичной гибели пульпы и ранее проведенном эндодонтическом лечении, цифры не поднимались выше 60-64, тогда как максимальное значение составляет 80 единиц. Ощущений у испытуемого при этом не было. Данная форма тока позволяет относительно точно исследовать электровозбудимость лишь интактной пульпы. Из-за большого разброса показаний прибора трудно оценить состояние пульпы при кариесе, а в силу того, что аппарат генерирует недостаточное напряжение, при сниженной электровозбудимости зубов, особенно в зубах, где ранее было проведено эндодонтическое лечение, отсутствует возможность оценить состояние пульпы зуба.

Аппарат ЭндоЭст (Россия – Израиль), является источником переменного тока прямоугольной формы частотой 50 Гц (Рисунок 21 В). Такой ток представляет собой прямоугольный меандр. Как было сказано выше, для анализа параметров этого тока, меандр должен быть разложен в ряд Фурье. Однако при таком разложении этот меандр будет иметь ряд синусоидальных нечетных гармоник. Данное обстоятельство может существенно повлиять на разброс показаний прибора при исследовании зубов с разным электросопротивлением. Таким образом, анализ формы тока показал, что измерительный прибор обладает существенной аппаратной ошибкой измерений.

При исследовании зубов с интактной пульпой, генерируемый ток преодолевает электросопротивление не пораженной эмали и зубов с пломбами из композитных материалов, при этом процедура вызывает очень слабые, не четкие

ощущения. Разброс показаний на шкале прибора цифр составлял от 5 до 10 мкА. Разброс показаний при кариесе увеличивался до 15-30 мкА. При исследовании зубов с предполагаемыми изменениями в пульпе, разброс цифр увеличился до 45 мкА. В зубах со сниженной электровозбудимостью, при частичной гибели пульпы и ранее проведенном эндодонтическом лечении, максимального значения не удавалось добиться. Чаще всего значения начинали повторяться по кругу ещё в начале измерительной шкалы, например: 4,5,3,4,5. Иначе говоря, показатели тока «топчутся на месте». Ощущений у пациента при этом не было. Таким образом, как и в случае с аппаратом Digitest, ток генерируемый аппаратом ЭндоЭст, позволяет относительно точно исследовать электровозбудимость лишь интактной пульпы. Из-за большого разброса показаний прибора трудно оценить состояние пульпы при кариесе, а в силу того, что аппарат генерирует недостаточное напряжение, при сниженной электровозбудимости зубов, особенно в зубах, где ранее было проведено эндодонтическое лечение, отсутствует возможность оценить состояние пульпы зуба.

Аппарат ИВН 01 Пульптест – Про (Россия). Является источником переменного тока синусоидальной формы частотой 50 Гц (Рисунок 21 Г). По сравнению с другими источниками тока, которые были проанализированы в нашем исследовании, данный аппарат обладает минимальной ошибкой измерений. Это связано с тем, что синусоидальная форма переменного тока легко поддается анализу, а на цифровом табло отражается действующее значение тока в микроамперах.

При исследовании зубов с интактной пульпой, генерируемый ток преодолевает электросопротивление не пораженной эмали и зубов с пломбами из композитных материалов, при этом процедура вызывает четкие, понятные, однозначные, но не резкие, и не болезненные ощущения. Разброс показаний на шкале прибора цифр составлял от 4 до 5 мкА. Существенного и увеличения разброса показаний при кариесе, а также исследовании зубов с предполагаемыми изменениями в пульпе при повторном проведении электроодонтодиагностики в одном и том же зубе не наблюдалось. Разброс цифр составлял от 2 до 7 мкА. В

зубах со сниженной электровозбудимостью, при частичной гибели пульпы и ранее проведенном эндодонтическом лечении, в 15% оценить состояние пульпы не представлялось возможным, так как при отсутствии ощущений показания прибора были ниже 100 мкА. При этом, как сказано в инструкции к аппарату, о полной гибели пульпы свидетельствуют показания выше 100 мкА.

Таким образом, из всех исследуемых форм и видов тока, используемых для проведения электроодонтодиагностики, только переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц позволяет в достаточно полной мере оценить состояние электровозбудимости как интактной пульпы, так и при различных патологических состояниях пульпы зуба. При этом, в случае повышенного электросопротивления зубов, где ранее было проведено эндодонтическое лечение, лишь в 15% случаев создаваемого аппаратом напряжения было недостаточно для того, чтобы достоверно оценить состояние корневой пульпы.

На основании проведенного исследования можно сделать выводы:

1. Для определения состояния пульпы зуба в настоящее время используются четыре формы тока, а именно: постоянный импульсный прямоугольной формы, импульсный переменный синусоидальный, возрастающий и затухающий по амплитуде, переменный ток прямоугольной формы частотой 50 Гц; и переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц.

2. Наибольшей диагностической ценностью при исследовании состояния пульпы зуба обладает переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц.

3.1.3. Результаты изучения влияния контактной среды на изменение электропроводности эмали зубов при проведении электроодонтодиагностики

Результаты исследования показали, что модуль комплексного электросопротивления составил при использовании в качестве контактной среды: токопроводящей силиконовой трубки (1 группа) – 3463 ± 12 , ваты, смоченной изотоническим раствором хлорида натрия (2 группа) – 3038 ± 412 , кОм ваты, смоченной водопроводной водой (3 группа) – 2975 ± 350 кОм, зубной пасты (4

группа) – 2900 ± 300 кОм. Наибольший вклад в комплексное электросопротивление исследуемой системы контактное электросопротивление вносило в первой группе, т.е. в этой группе электропроводность была наименьшей. В остальных группах контактное электросопротивление было ниже. В этих группах наименьшее контактное электросопротивление, а, следовательно, большая электропроводность наблюдалась в четвертой группе, где в качестве контактной среды была использована зубная паста.

Результаты исследования показали, что при проведении электроодонтодиагностики в качестве контактной среды не следует использовать токопроводящую силиконовую трубку, так как она обладает большим электросопротивлением по сравнению с другими исследуемыми контактными средами. При проведении процедуры электроодонтодиагностики в качестве контактной среды можно использовать вату, смоченную изотоническим раствором хлорида натрия или водопроводной водой, но предпочтение следует отдавать зубной пасте, так как она обладает наибольшей электропроводностью и наименьшим электросопротивлением.

3.2. Результаты изучения эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба

3.2.1. Результаты определения оптимальных параметров местной озонотерапии, применяемых при случайном вскрытии зуба

Результаты определения частоты встречаемости отдельных видов микроорганизмов в глубоких кариозных полостях до препарирования 30 обследованных больных представлены на Рисунке 22.

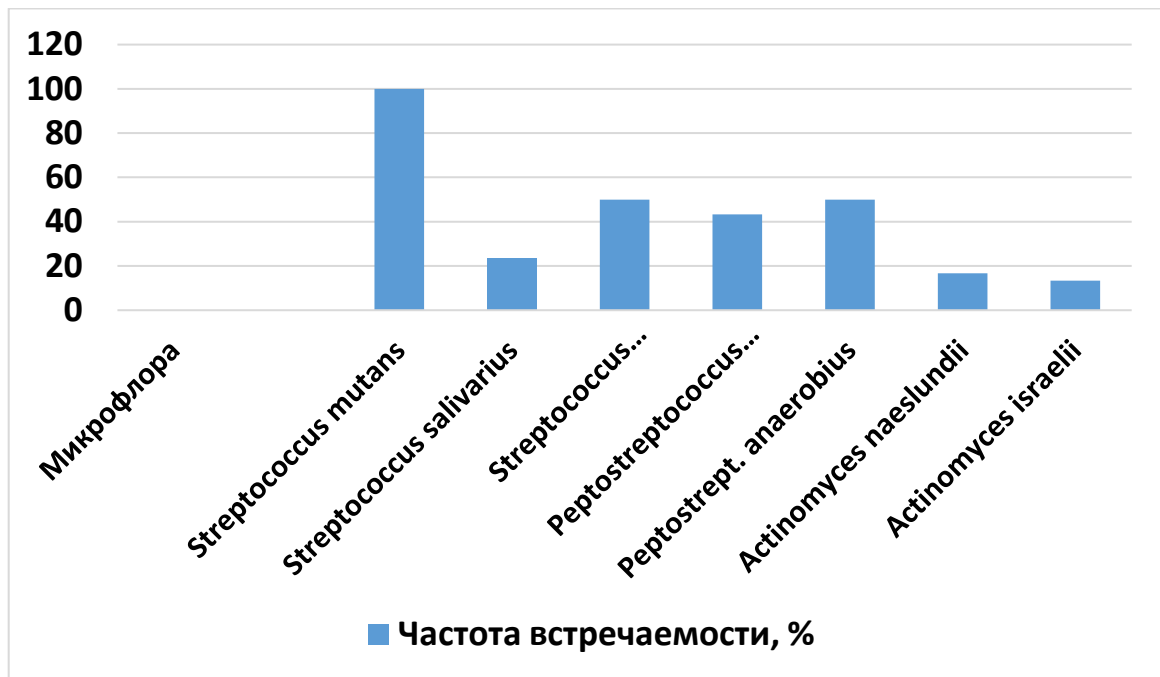


Рисунок 22 – Частота встречаемости видов микроорганизмов в глубоких кариозных полостях до препарирования

Всего было выявлено 7 видов микроорганизмов, из которых *Streptococcus mutans* был выявлен у всех пациентов (100%). *Streptococcus salivarius* наблюдался у 7 пациентов, что составило 23,3 % от всех обследованных больных. В 50% случаев были выявлены *Streptococcus salivarius* и *Peptostreptococcus anaerobius*. У 13 человек, что составило 43,3% был обнаружен *Peptostreptococcus niger*. *Actinomyces naeslundii* определялся у 5 обследованных пациентов, что составило 16,7%. *Actinomyces israelii* был обнаружен у 4 пациентов, что составило 13,3% от числа всех обследованных.

Выявленные в кариозных полостях виды микроорганизмов использовали для определения оптимальной дозы озонотерапии, обладающей наиболее выраженным антибактериальным действием. Результаты изучения влияния на подавление жизнедеятельности выделенных микроорганизмов представлены на Рисунке 23.

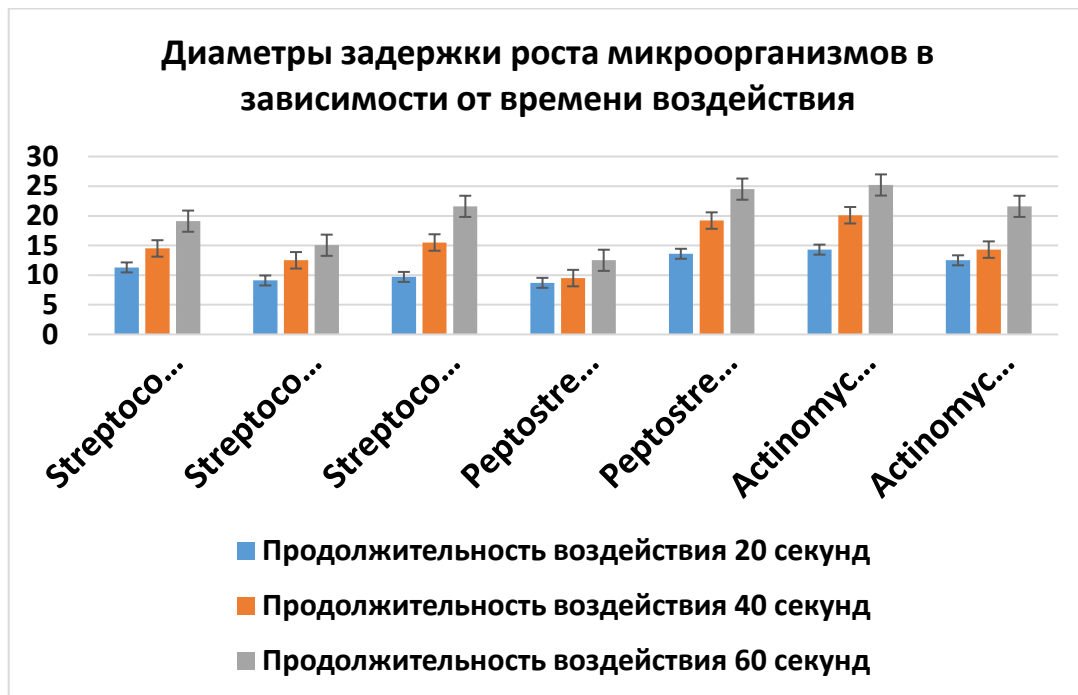


Рисунок 23 – Результаты определения оптимальной дозы озонотерапии, обладающей наиболее выраженным антибактериальным действием

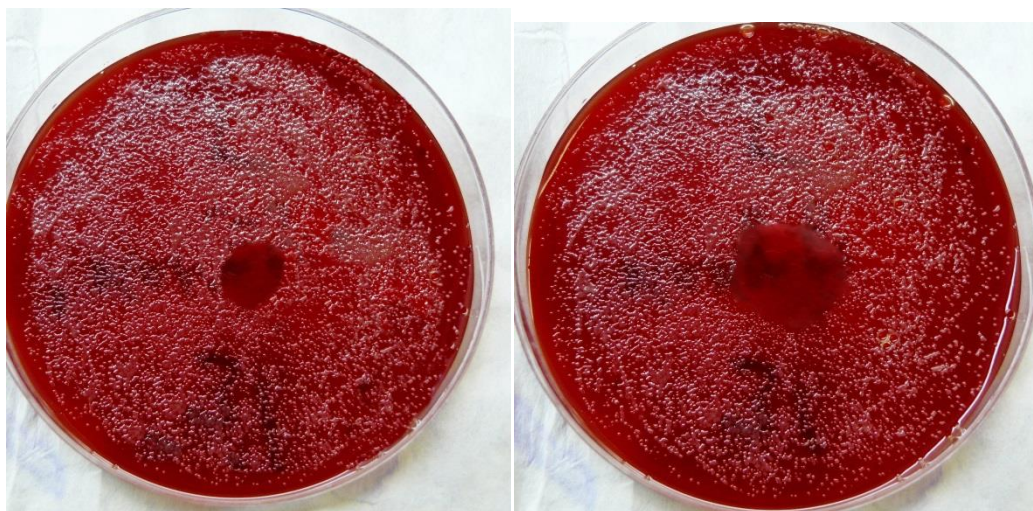
При продолжительности воздействия 20 сек. зона задержки роста *Streptococcus mutans* составила $11,3 \pm 0,4$; *Streptococcus salivarius* - $9,1 \pm 0,4$; *Streptococcus intermedius* - $9,7 \pm 0,3$; *Peptostreptococcus niger* - $8,7 \pm 0,3$; *Peptostreptococcus anaerobius* - $13,6 \pm 0,5$; *Actinomyces naeslundii* - $14,3 \pm 0,3$; *Actinomyces israelii* - $12,5 \pm 0,4$.

При продолжительности воздействия 40 сек. зона задержки роста *Streptococcus mutans* составила $14,5 \pm 0,3$; *Streptococcus salivarius* - $12,5 \pm 0,5$; *Streptococcus intermedius* - $15,5 \pm 0,2$; *Peptostreptococcus niger* - $9,5 \pm 0,3$; *Peptostreptococcus anaerobius* - $19,2 \pm 0,4$; *Actinomyces naeslundii* - $20,1 \pm 0,5$; *Actinomyces israelii* - $14,3 \pm 0,5$.

При продолжительности воздействия 60 сек. зона задержки роста *Streptococcus mutans* составила $19,1 \pm 0,2$; *Streptococcus salivarius* - $15,04 \pm 0,05$; *Streptococcus intermedius* - $21,6 \pm 0,4$; *Peptostreptococcus niger* - $21,6 \pm 0,4$; *Peptostreptococcus anaerobius* - $24,5 \pm 0,2$; *Actinomyces naeslundii* - $25,2 \pm 0,3$; *Actinomyces israelii* - $21,6 \pm 0,4$.

Данные представленные на рисунках показывают, что при продолжительности воздействия озono-воздушной смеси в течение 60 сек. на поверхность агара, где был произведен посев микроорганизмов у всех представителей патогенной микробиоты зоны задержки роста микроорганизмов превышали 10 мм, что соответствует высокой антибактериальной эффективности. Таким образом, результаты исследования показали, что оптимальная продолжительность процедуры озонотерапии при обработке кариозной полости при случайном вскрытии пульповой камеры, должна составлять не менее 1 мин, так как при локальном воздействии на кариозную полость зуба именно эта доза обладает наиболее выраженной противомикробной эффективностью в отношении всех представителей микробиоты кариозной полости (Рисунок 24).

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что выраженным антибактериальным действием при случайном вскрытии пульпы обладает местная озонотерапия с концентрацией озона $0,261 \text{ мг/м}^3$ производительностью 2 л/мин в течение 1 минуты.



А

Б

Рисунок 24 – Зоны задержки роста *Peptostreptococcus* после применения озono-воздушной смеси при продолжительности воздействия: А – 40 секунд, Б – 1 мин

3.2.2. Результаты изучения влияния местной озонотерапии на регенераторные возможности пульпы зуба в эксперименте

Во всех срезах на 7 день эксперимента в полости зуба и корневом канале наблюдали минимально выраженную воспалительную инфильтрацию. Клетки были представлены немногочисленными CD3+/CD20+ малыми лимфоцитами и большим количеством макрофагов. Дентинные мостики не визуализировались (Рисунок 25).

На 14 сутки в группе, где озонотерапию не применяли отмечалась незначительная пролиферация одонтобластов, на фоне все еще выраженной колонизации макрофагами и умеренным количеством лимфоцитов. В группе, где применяли озонотерапию отмечались немногочисленные макрофаги, единичные лимфоциты, а также выраженная пролиферация фибробластов (Рисунок 26).

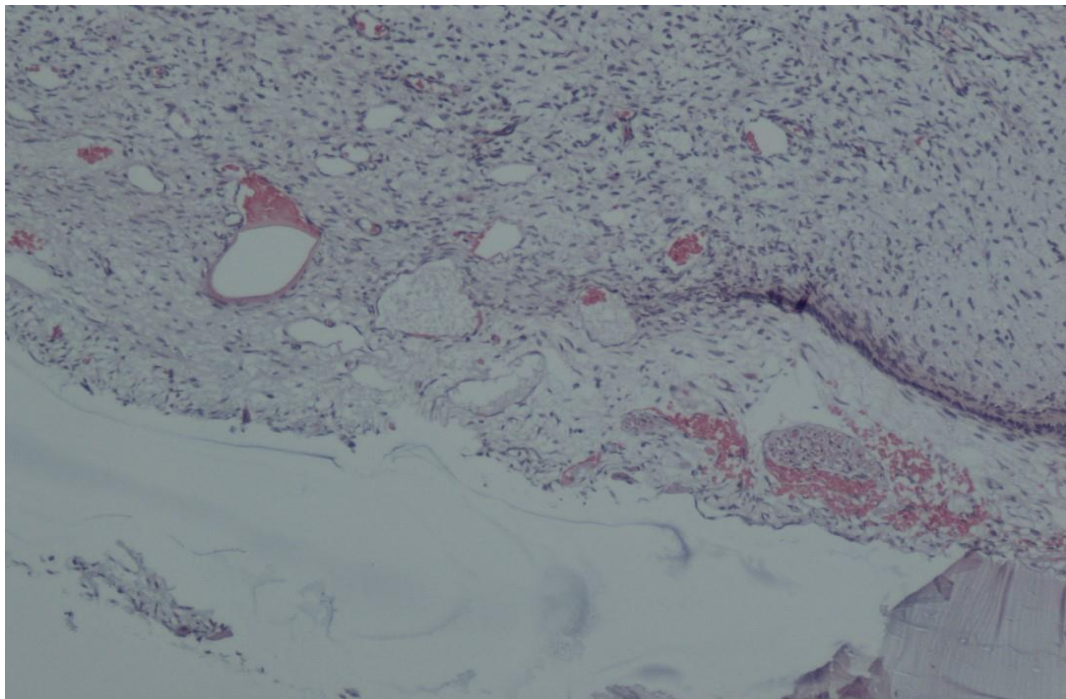


Рисунок 25 – Пульпа с полнокровными сосудами, пролиферацией фибробластов и лимфоидной инфильтрацией. Окраска гематоксилином и эозином, ув. x100

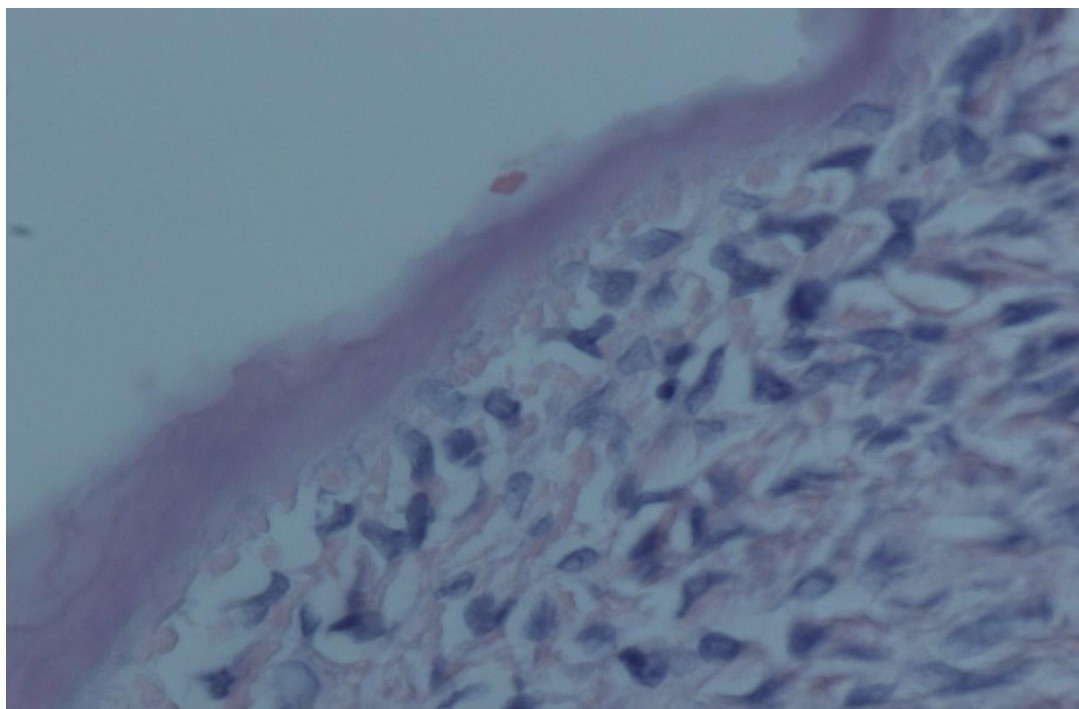


Рисунок 26 - Незначительная пролиферация одонтобластов и тенденция к формированию дентинных мостиков. Окраска гематоксилином и эозином, ув. x600

Гистологическая картина на 21 сутки в группе, где озонотерапию не применяли, была без выраженных, по сравнению с 14 днем, изменений. В препаратах группы, где использовали озонотерапию, отмечались мелкокалиберные сосуды с менее выраженной гиперемией, отсутствовал отек эндотелия. Визуализировались многочисленные дентинные мостики на ранних стадиях развития (Рисунок 27).

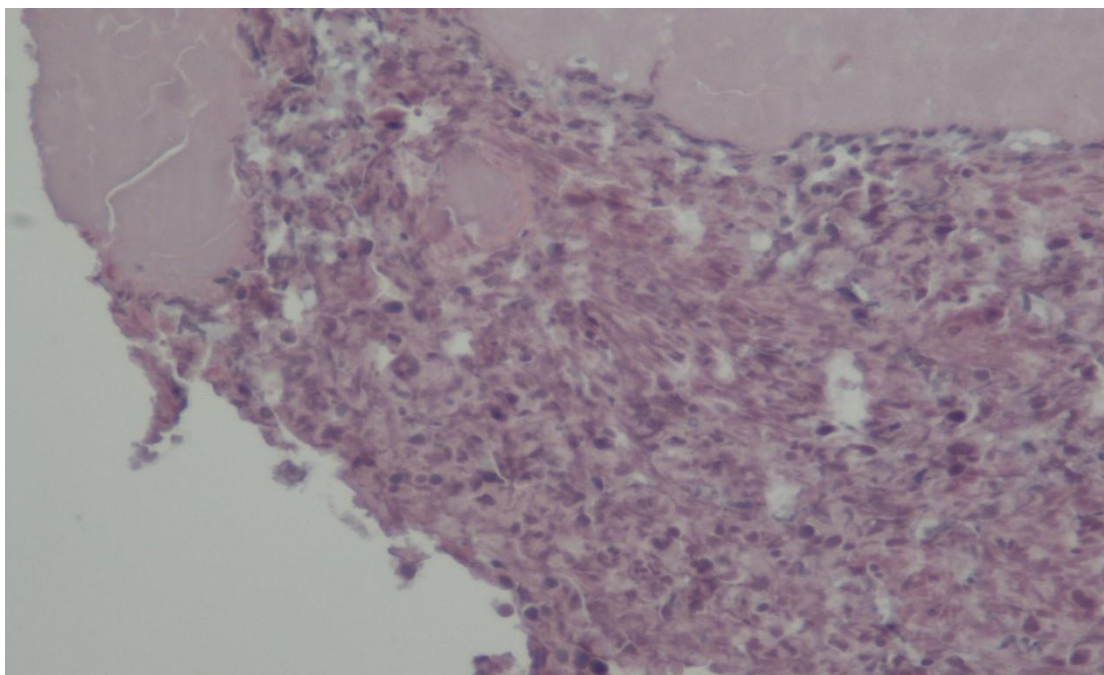


Рисунок 27 – Многочисленные дентинные мостики на ранних стадиях развития.
Окраска гематоксилином и эозином, ув. x400

На 35 день выведения из эксперимента, в гистологических препаратах всех исследованных групп отсутствовали признаки воспалительной инфильтрации, визуализировались многочисленные новообразованные кровеносные и лимфатические сосуды. В области формирующихся дентинных мостиков, обозначенные выше элементы, структурировались в многорядный слой (Рисунок 28).

Наиболее благоприятные изменения наблюдались в той группе, где применяли озонотерапию. В гистологических препаратах визуализировались тонкие, более высокой плотности дентинные мостики. Наблюдались многочисленные одонтобласты, продуцирующие вещество заместительного дентина, структурированные в один слой (Рисунок 29).

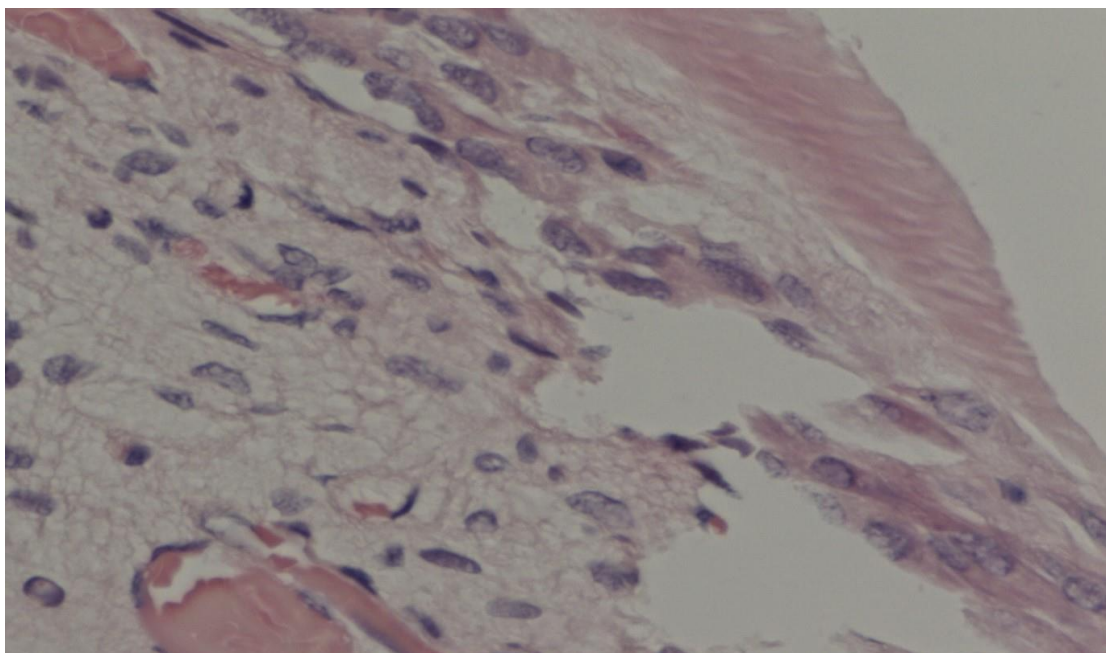


Рисунок 28 – Одонтобласты в состоянии реактивной пролиферации. Окраска гематоксилином и эозином, ув. х600

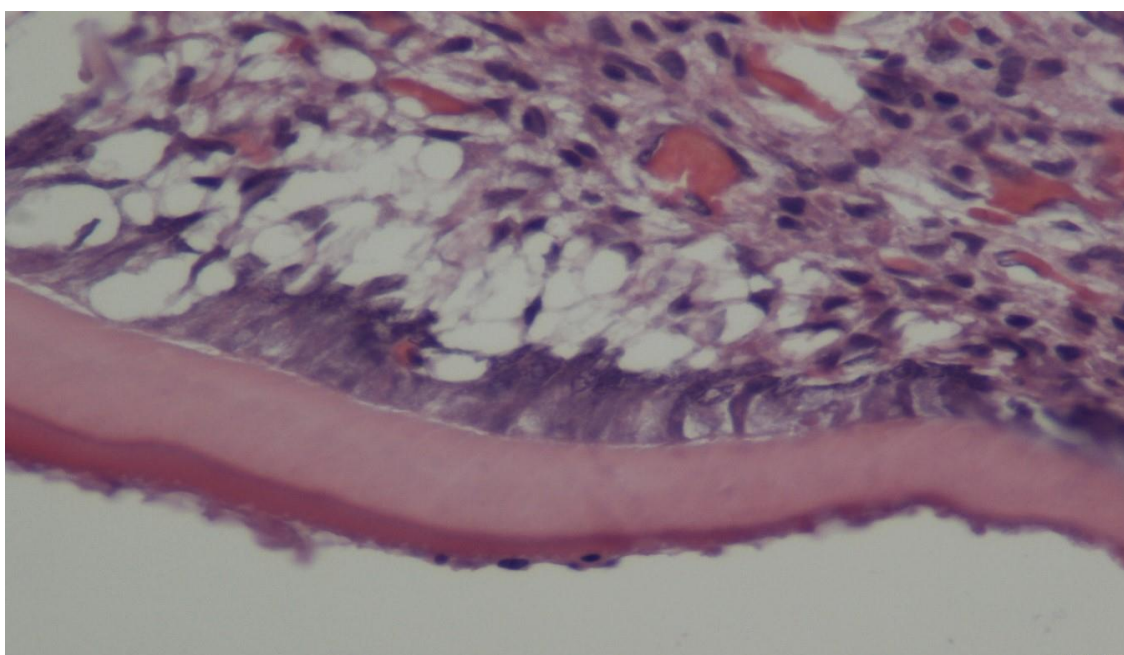


Рисунок 29 – Дентинные мостики в пульпе зуба на 35 день после проведения эксперимента в группе, где проводили озонотерапию. Окраска гематоксилином и эозином, ув. х400

Результаты проведенного исследования позволили сделать вывод о том, что при случайном вскрытии пульпы зуба применение местной озонотерапии в течение 1 минуты при концентрации озона в озоно-воздушной смеси $0,261 \text{ мг/ м}^3$ и

производительности озоногенератора 2 л/мин увеличивает регенераторные возможности пульпы зуба, проявление чего можно увидеть на гистологических препаратах в формировании неравномерной плотности третичного дентина на 14 сутки после обдувания озоновоздушной смесью и образованием дентинных мостиков в пульпе зуба в зоне травмы на 35 день после обдувания озоновоздушной смесью.

3.2.3. Результаты изучения клинической эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба

Через сутки после проведенных лечебных мероприятий у больных первой группы, где применялась озонотерапия, жалобы отсутствовали. Показания электроодонтодиагностики находились в пределах от 14 мкА до 23 мкА.

Через две недели после лечения отмечалось повышение электровозбудимости зубов до 8 – 17 мкА. Во второй группе, где в комплекс лечебных мероприятий озонотерапию не включали, на следующий день после лечения у 6 пациентов отмечались жалобы на возникновение кратковременной боли (до 10 сек) от холодной воды. У остальных больных – жалобы отсутствовали. Электровозбудимость зубов была в диапазоне от 18 мкА до 27 мкА.

В той группе, где озонотерапию не проводили, через две недели после лечения кратковременная болевая реакция на температурные раздражители сохранялась у 5 пациентов. Электровозбудимость зубов у этих пациентов была в пределах 25 – 27 мкА. У остальных больных отмечалось повышение электровозбудимости до 14 – 22 мкА.

В отдаленные сроки 2, 6 и 12 месяцев после лечения у всех больных первой группы жалобы отсутствовали. Электровозбудимость зубов была в пределах от 2 мкА до 12 мкА. При рентгенологическом обследовании в отдаленные сроки после лечения не было обнаружено патологических изменений периапикальных тканей исследуемых зубов.

Во второй группе через 1,5 месяца после лечения три пациента обратились с жалобами на боли от горячего и чувство тяжести в области пораженного зуба. Электровозбудимость была снижена до 75 мкА.

Через два месяца после лечения еще 2 пациента этой группы отмечали появление ноющих самопроизвольных болей, которые усиливались от температурных раздражителей. Электроодонтодиагностика показала, что электровозбудимость пульпы была снижена до 45 мкА. В результате анализа клинических и дополнительных методов исследования было установлено, что в пульпе развился хронический воспалительный процесс и возникли изменения необратимого характера, требующие эндодонтического лечения.

У остальных пациентов второй группы в отдалённые сроки после лечения жалобы отсутствовали. Показатели электроодонтодиагностики находились в диапазоне от 11 мкА до 18 мкА. При рентгенологическом исследовании патологических изменений в периапикальных тканях у этих пациентов обнаружено не было.

Необходимо отметить, что все осложнения в первой группе возникли в первые два месяца после лечения.

В результате изучения эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба в клинической практике установлено, что в той группе, где озонотерапию не применяли, у пяти из двадцати пяти пациентов возникли необратимые патологические изменения в пульпе.

Применение озонотерапии способствовало повышению качества лечения. В группе, где использовали озонотерапию, а после проводили прямое покрытие пульпы материалом «Триоксидент», у всех пациентов удалось добиться сохранения жизнеспособности пульпы при её случайном вскрытии. У этих больных быстрее стихали и были менее выражены симптомы воспаления, о чем свидетельствовали данные клинических исследований и электроодонтодиагностики.

Результаты клинического применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба полностью согласуются с результатами экспериментального

исследования по изучению эффективности применения озонотерапии при лечении ятрогенного пульпита. Достоверно установлено, что применение озонотерапии в сочетании с методом прямого покрытия пульпы триоксидным материалом «Триоксидент» повышают качество лечения обратимых форм пульпита. Разработанная методика позволяет сохранить жизнеспособность пульпы, способствует ликвидации воспаления и повышает регенерационные возможности пульпы. Следует также отметить, что при ведении таких пациентов необходим контроль качества лечения с помощью метода электроодонтодиагностики, который позволяет оценить изменения в пульпе в ранние сроки возникновения патологии. Это является профилактикой периодонтита.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что применение озонотерапии повышает эффективность сохранения жизнеспособности пульпы зуба при ее случайном вскрытии, что доказано полным сохранением жизнеспособности пульпы у 100% пациентов в группе, где применяли озонотерапию, что в 1,25 раза статистически достоверно выше, чем в группе, где не применяли озонотерапию, (положительный результат в 80% случаев).

3.3. Результаты изучения эффективности применения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов

3.3.1. Результаты определения оптимальных параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов

Определение оптимальных параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов состояло из двух этапов. Первый этап был посвящен определению параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции, не способных вызывать нагрев окружающих корень зуба периодонт и кость альвеолы. Используемые в

исследовании измерительные аппараты тепловизор Seek Thermal и дистанционный инфракрасный термометра Testo 830 – T1 при определении температуры наружной поверхности корней исследуемых зубов показали идентичные значения. Результаты первого этапа экспериментального исследования по определению параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции, не вызывающих нагрев наружной поверхности корня зуба выше $36,6^{\circ}\text{C}$, отражены на графике. На рисунке показано, что начальная температура поверхности корней всех исследуемых зубов, составляла $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. При проведении диатермокоагуляции при разных параметрах настройки аппарата температура повышалась от $31 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ и до $48 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. При этом, из шести исследуемых параметров настройки диатермокоагулятора, только три параметра настройки не вызывали подъем температуры поверхности корня выше $36,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ во время проведения диатермокоагуляции.

Каждому из этих параметров были присвоены новые порядковые номера в зависимости от полезной мощности (1,2,3), которые представлены в Таблице 3. Эффективность антибактериального действия этих параметров настройки диатермокоагулятора изучали на втором этапе исследования.

Таблица 3 - Параметры настройки диатермокоагулятора ДК 35 - МС, при которых наружная поверхность корня не нагревается выше $36,6^{\circ}\text{C}$

Номер настройки параметров диатермокоагуляции	Настройка продолжительности импульса (деление шкалы)	Настройка мощности (деление шкалы)	Полезная мощность (Вт)
1	4	4	5,4
2	4	3	4,1
3	3	4	3,06

Второй этап экспериментального исследования был посвящен определению оптимальных параметров диатермокоагуляции безопасных в отношении нагрева окружающих зуб тканей, но обладающих максимально выраженным

антибактериальным действием в отношении патогенной микробиоты корневых каналов зубов. Результаты этих исследований представлены на Рисунках 30-32.

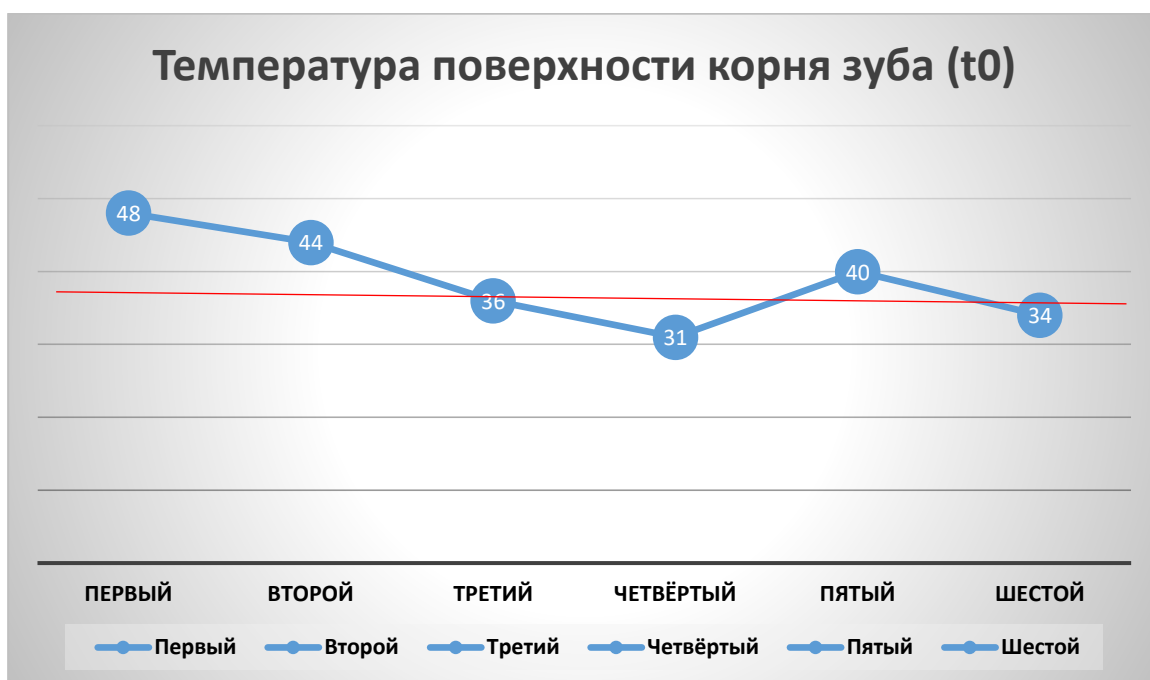


Рисунок 30– Температура поверхности корня зуба при разных параметрах настройки диатермокоагулятора

Как видно из данных, представленных на рисунках, противомикробная эффективность высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции находится в прямой зависимости от полезной мощности диатермокоагулятора, которая определяется параметрами его настройки. При параметрах настройки №1 и №2 наблюдалось достоверное снижение количества всех видов исследуемых микроорганизмов, высеваемых из корневых каналов после проведения диатермокоагуляции.

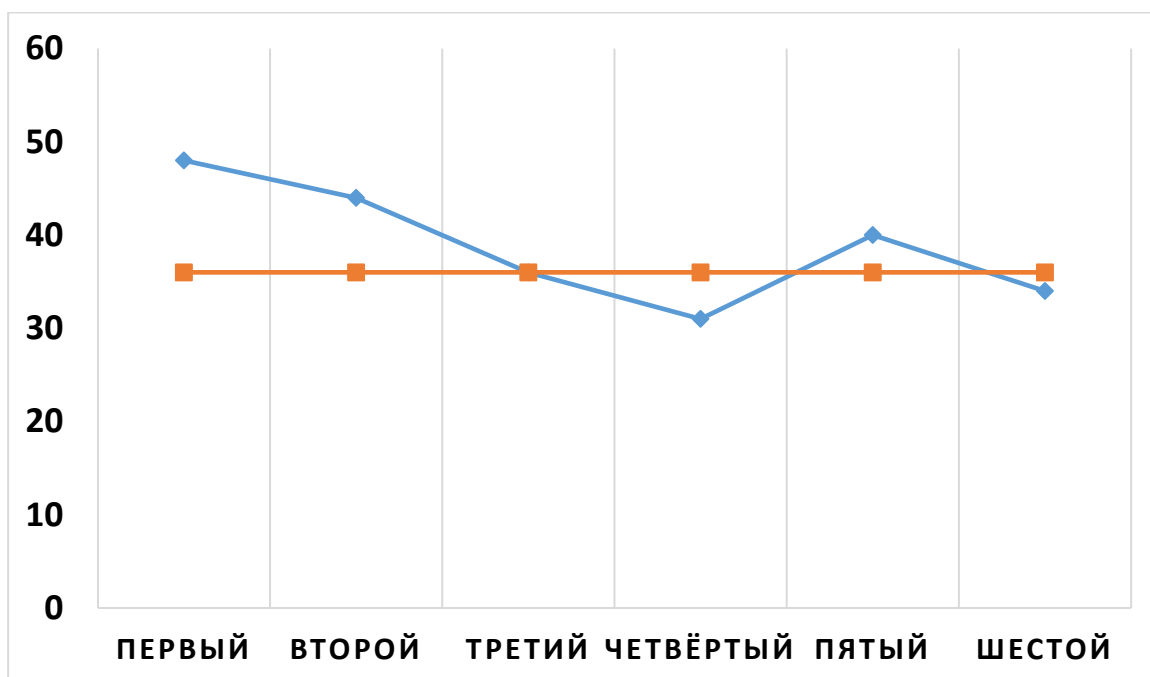


Рисунок 31 – График температуры поверхности корня зуба при разных параметрах настройки диатермокоагулятора

В то же время, при параметрах настройки №3, где полезная мощность составляла 3,06 Вт, у двух, из пяти видов исследуемых патогенных микроорганизмов не наблюдалось достоверного снижения количества высеваемых бактерий после проведения диатермокоагуляции. Это были *Enterococcus faecalis* и *Streptococcus sanguis* ($p < 0,05$).

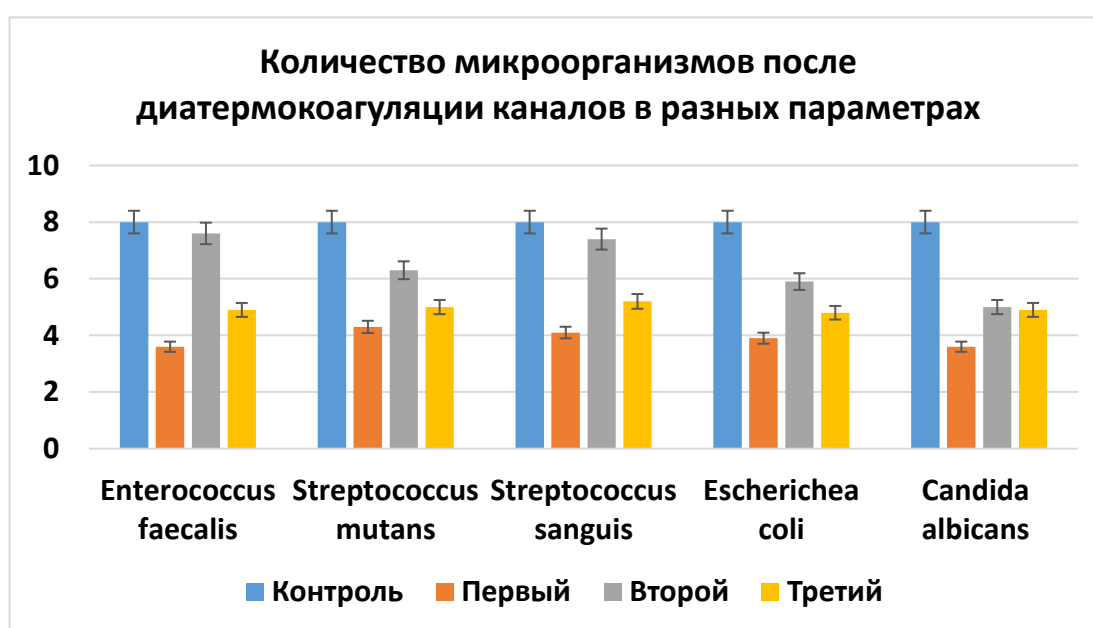


Рисунок 32 - Изменение количества микроорганизмов в корневых каналах при разных параметрах настройки диатермокоагулятора

Таким образом, по результатам экспериментального микробиологического исследования, установлено, что 1 и 2 режимы настройки параметров диатермокоагулятора являются безопасными в отношении нагрева окружающих зуб тканей, но и позволяют получить выраженный антибактериальный эффект в отношении патогенной микробиоты корневых каналов зубов. Однако на представленных графиках видно, что параметры настройки 1, где полезная мощность составляла 5,4 Вт по сравнению с параметрами настройки 2, где полезная мощность составляла 4,1 Вт, показали более высокую противомикробную эффективность при проведении диатермокоагуляции в корневых каналах зубов. После проведения диатермокоагуляции с использованием параметров настройки 1 микробная обсемененность корневых каналов всеми исследуемыми видами патогенной микробиоты была достоверно ниже по сравнению с микробной обсемененностью, когда применяли диатермокоагуляцию с использованием параметров настройки 2 ($p < 0,05$). На основании проведенного двухэтапного экспериментального исследования можно сделать вывод о том, что оптимальными параметрами дозирования одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции 2,64 МГц, применяемой при эндодонтическом лечении зубов, обладающими наиболее выраженным антибактериальным эффектом, не вызывающими нагрев наружной поверхности корня зуба, является полезная мощность 5,4 Вт при проведении диатермокоагуляции в течение 3 секунд.

Антибактериальная эффективность определенного оптимального режима, где настройка продолжительности импульса находилась и настройка мощности находилась на 4 делении шкалы, что соответствовало полезной мощности 5.4 Вт, была изучена в клинических условиях у 30 пациентов при эндодонтическом лечении зубов с хроническим пульпитом и хроническим язвенным пульпитом. До проведения диатермокоагуляции из корневых каналов зубов в процентном соотношении были выделены следующие виды микробиоты: : *Enterococcus faecalis* у 63,6-72,7 % пациентов, *Streptococcus mutans* у 54,6-36,4 %, *Streptococcus sanguis* у 45,4-63,6 %, *Escherichia coli* – у 36,3-18,2 % высокочастотной одноэлектродной%, *Candida albicans* – у 18,2 % пациентов.

После проведения диатермокоагуляции в течение 3 секунд при параметрах настройки аппарата, описанных выше, в материале, полученном из корневых каналов зубов, не было выявлено ни одного представителя видов патогенной микробиоты, полученных до проведения этой процедуры, что подтвердило высокую антибактериальную эффективность данных параметров настройки диатермокоагулятора ДК – 35МС. Таким образом, клинико-лабораторное микробиологическое исследование подтвердило, что оптимальными параметрами дозирования одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции 2,64 МГц, являющимися безопасными для окружающих корень зуба тканей, то есть не способными нагревать наружную поверхность корня зуба выше 36,6⁰С, и обладающими выраженным антибактериальным эффектом являются режимы настройки аппарата, когда мощность отдаваемой в ткани в течение трёх секунд энергии не превышает 5,4 Вт.

3.3.2. Результаты определения дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте

Согласно результатам определения дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий, при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте, в первой и второй группе в корневых каналах удаленных зубов, где обработку с целью дезинфекции проводили с помощью двух видов лазеров, достоверного уменьшения колониеобразующих единиц не наблюдалось практически у всех представителей патогенной микробиоты (Рисунок 33-36).

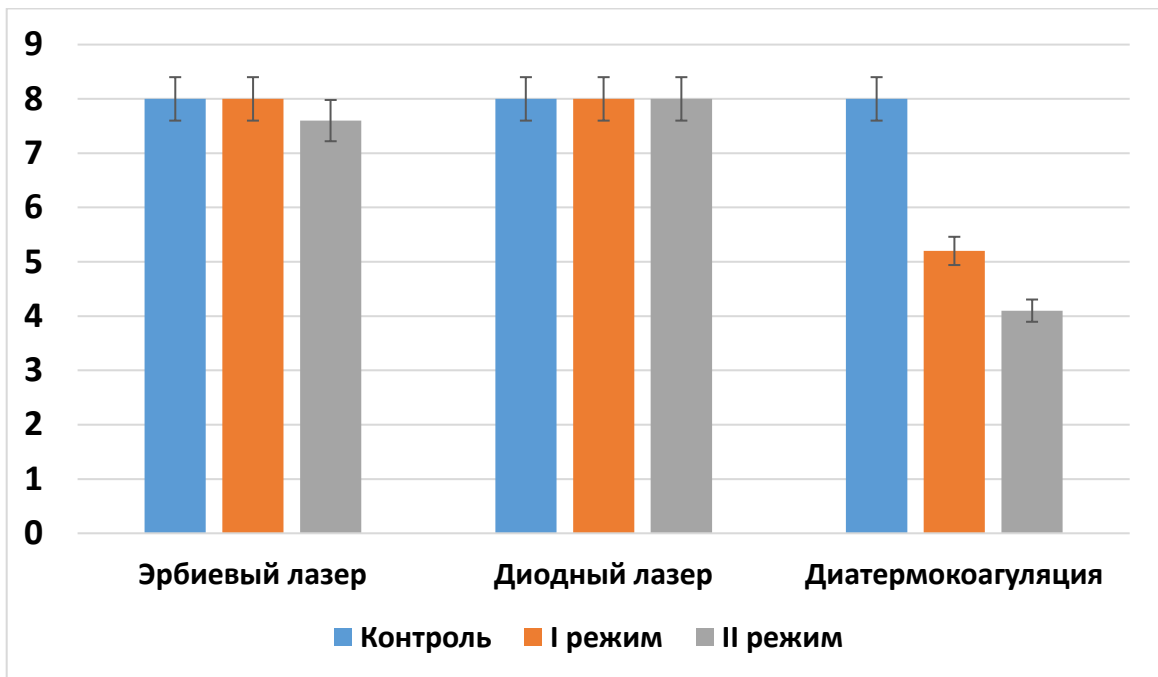


Рисунок 33- Дезинфицирующая способность в отношении *Streptococcus sanguis* различных видов внутриканальных термических воздействий (lg КОЕ/мл)

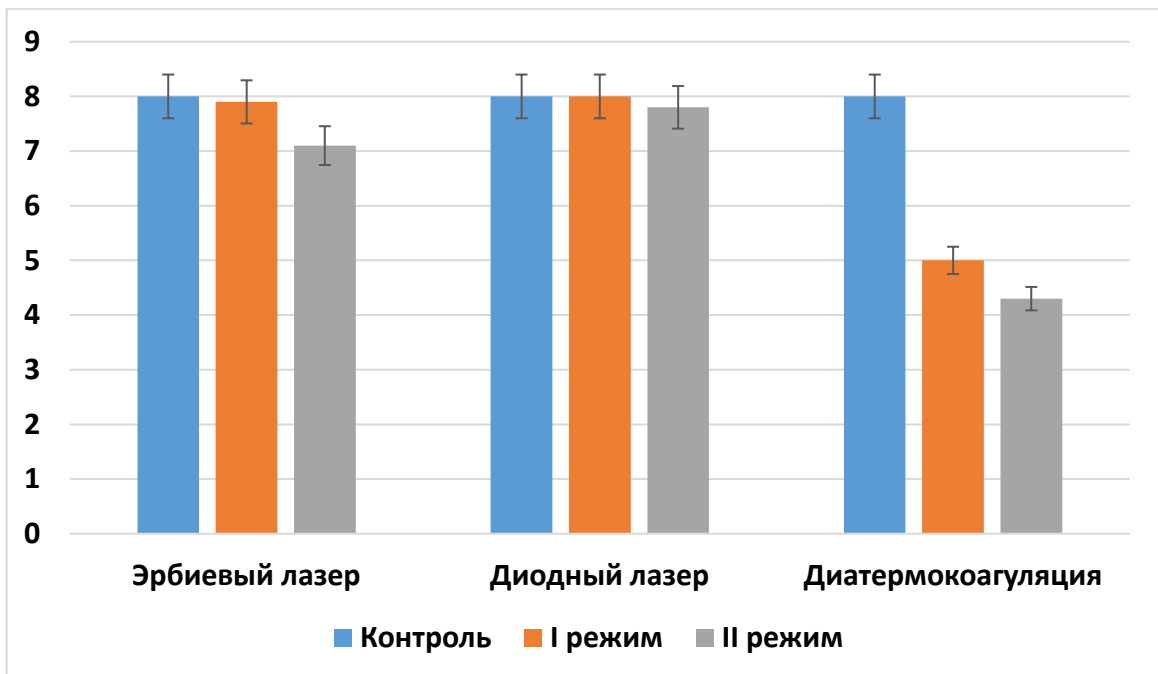


Рисунок 34 - Дезинфицирующая способность в отношении *Streptococcus mutans* различных видов внутриканальных термических воздействий (lg КОЕ/мл)

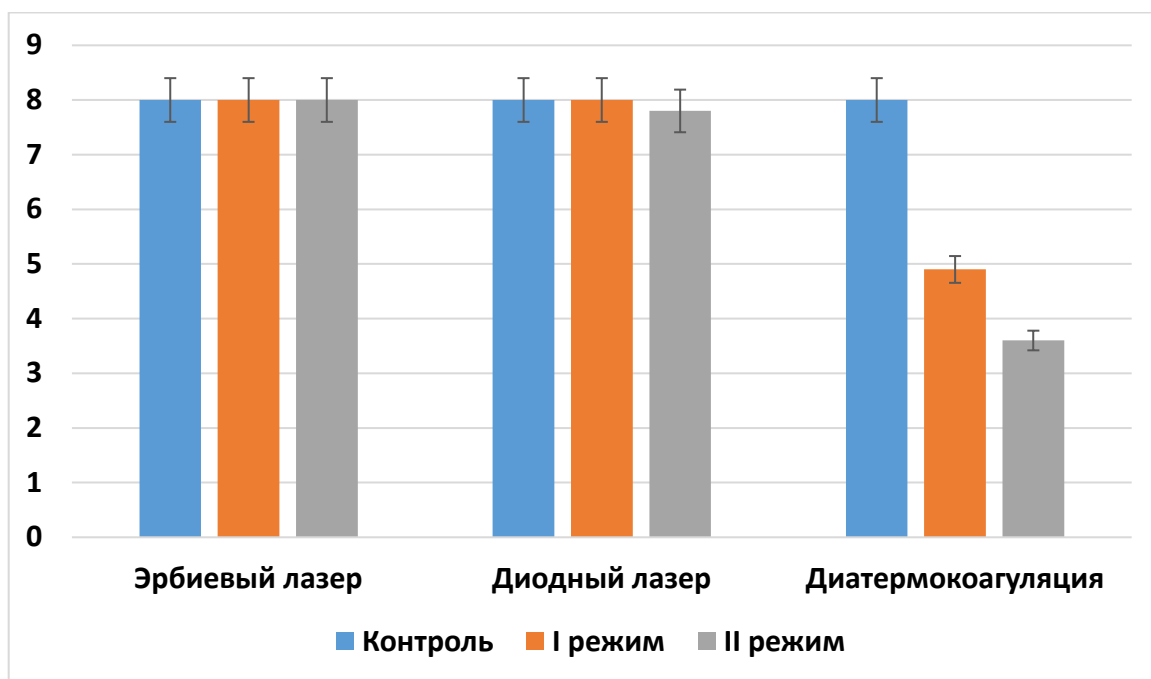


Рисунок 35- Дезинфицирующая способность в отношении *Enterococcus faecalis* различных видов внутриканальных термических воздействий (lg КОЕ/мл)

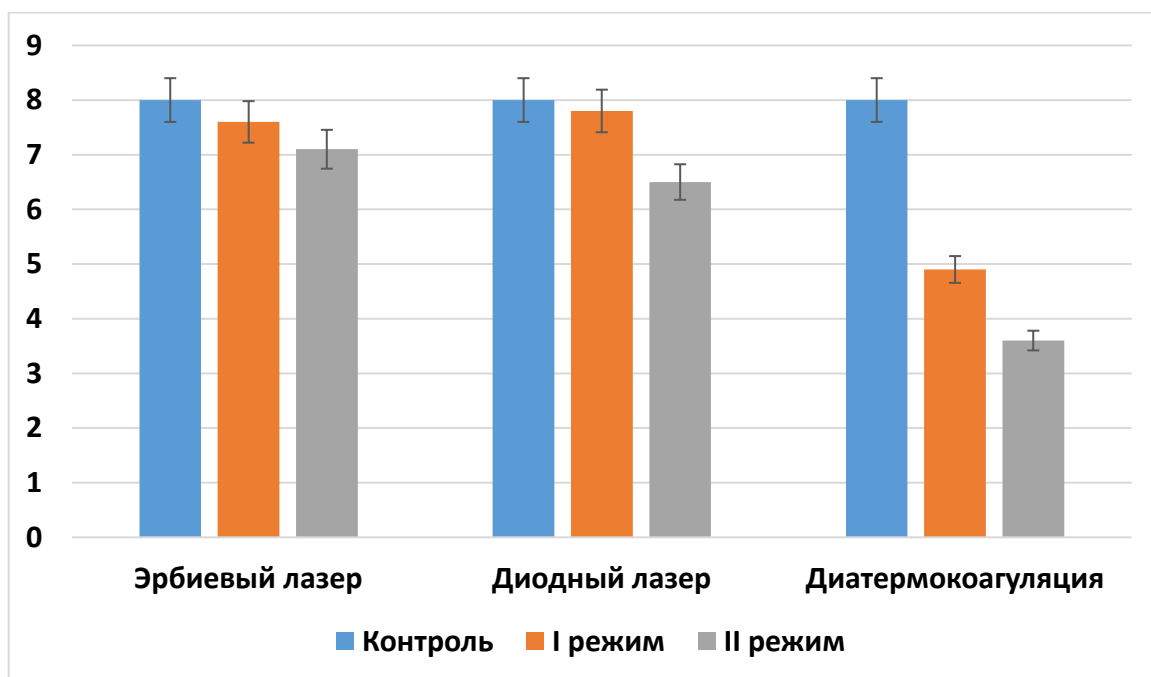


Рисунок 36- Дезинфицирующая способность в отношении *Candida albicans* различных видов внутриканальных термических воздействий (lg КОЕ/мл)

Достоверное снижение количества наблюдалось лишь у одного вида - *Escherichia coli* после обработки корневого канала с помощью светодиодного

лазера с длиной волны излучения 970 нм при втором параметре воздействия (Рисунок 37).

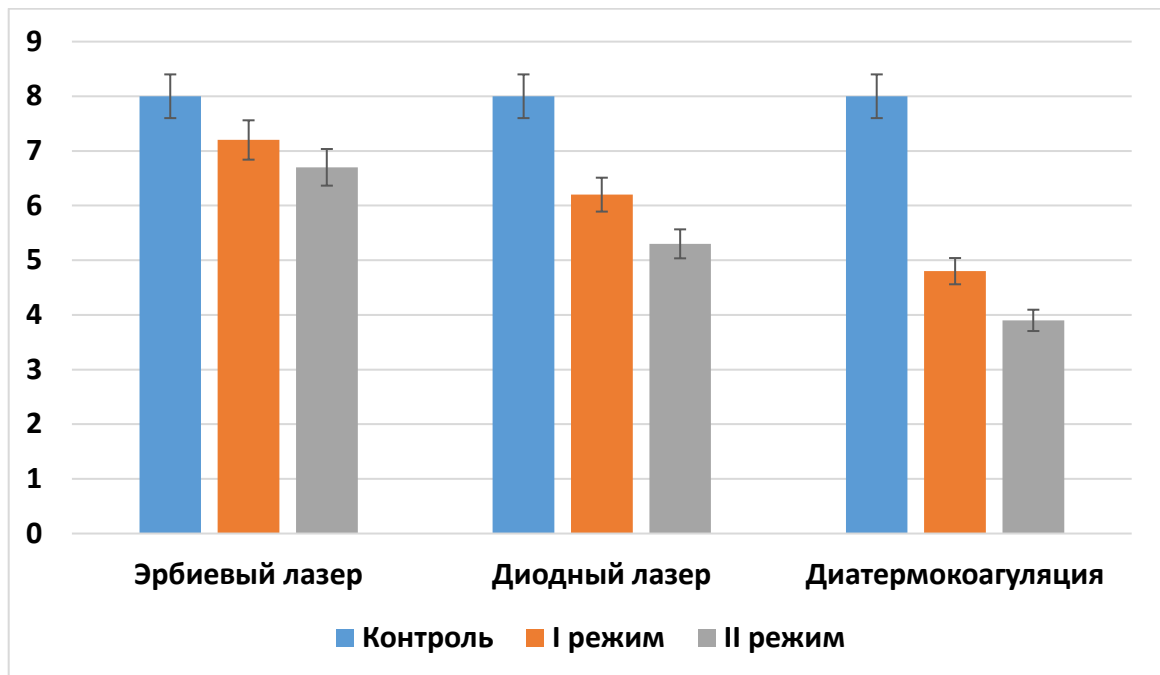


Рисунок 37 - Дезинфицирующая способность в отношении *Escherichia coli* различных видов внутриканальных термических воздействий (lg KOE/мл)

В третьей группе удаленных зубов, где с целью дезинфекции проводили высокочастотную одноэлектродную диатермокоагуляцию, можно наблюдать достоверное снижение количества колониеобразующих единиц всех представителей микробиоты, полученной из корневых каналов зубов. При этом следует отметить, что в подгруппе, где использовался параметр с большей полезной мощностью, дезинфицирующее действие в количественном соотношении было выражено в большей степени.

Подводя итог изучения антибактериальной эффективности термической обработки проходимой части корневых каналов зубов с использованием различных видов энергии (световой и электрической), можно сделать вывод о том, что применение переменного тока высокой частоты обладает более выраженным противомикробным действием. Отсутствие выраженного эффекта, позволяющего подавлять жизнедеятельность микроорганизмов при использовании лазерного

излучения разных длин волн, вероятно, связано с тем, что при использовании световодов не удастся добиться достаточной концентрации световой энергии, способной вызвать дезинфицирующее тепловое действие на стенках корневого канала, где после введения микробной взвеси были сконцентрированы представители патогенной микробиоты.

При диатермокоагуляции используется преобразование энергии переменного электрического тока высокой частоты в тепловую энергию. Переменный электрический ток, проходя через корневую иглу, вставленную в корневой канал и являющуюся в данном случае электродом, во влажной среде корневого канала, где носителями зарядов являются ионы, благодаря большой плотности тока, дает возможность за счет повышения температуры, испарить воду и получить дезинфицирующий эффект по всей длине корневого канала, где находится электрод, что было выявлено в ходе проведенного экспериментального исследования.

Таким образом, из всех видов термических внутриканальных воздействий наибольшей антибактериальной эффективностью обладает одноэлектродная высокочастотная диатермокоагуляция с частотой 2,64 МГц. В экспериментальном микробиологическом исследовании отмечено достоверное снижение обсемененности корневых каналов после диатермокоагуляции частотой 2,64 МГц, в отношении всех исследуемых штаммов микроорганизмов ($p < 0,05$) в отличие от эрбиевого (2940 нм) и диодного (970) лазеров, при применении которых достоверного снижения обсемененности не наблюдалось. При этом, наибольшей антибактериальной эффективностью обладает высокочастотная одноэлектродная диатермокоагуляция при режиме настройки аппарата, когда мощность отдаваемой в ткани в течение трёх секунд энергии составляет 5,4 Вт.

Результаты экспериментальных исследований позволили нам перейти к изучению клинической эффективности применения высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов.

3.3.3. Результаты определения дезинфицирующей эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов

До проведения диатермокоагуляции из корневых каналов зубов в процентном соотношении были выделены следующие виды микробиоты: : *Enterococcus faecalis* у 63,6-72,7 % пациентов, *Streptococcus mutans* у 54,6-36,4 %, *Streptococcus sanguis* у 45,4-63,6 %, *Escherichia coli* – у 36,3-18,2 % высокочастотной одноэлектродной%, *Candida albicans* – у 18,2 % пациентов.

Дезинфицирующая активность высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при использовании двух параметров, представлена в Таблице 4.

Таблица 4 - лабораторная оценка клинической эффективности методики высокочастотной монополярной диатермокоагуляции при лечении хронических форм пульпитов (режим №1; n= 20)

Контролируемые виды микроорганизмов	Частота выделения до обработки каналов (абс. - %)	Частота выделения после обработки (%) (абс. - %)
<i>Enterococcus faecalis</i>	7 - 63,6	1 – 9,1
<i>Streptococcus mutans</i>	6 - 54,6	0,0
<i>Streptococcus sanguis</i>	5 - 45,4	0,0
<i>Escherichia coli</i>	4 - 36,3	0,0
<i>Candida albicans</i>	2 - 18,2	1 – 9,1

Таблица 5 - лабораторная оценка клинической эффективности методики высокочастотной монополярной диатермокоагуляции при лечении хронических форм пульпитов (режим №2; n= 20)

Контролируемые виды микроорганизмов	Частота выделения до обработки каналов (абс. - %)	Частота выделения после обработки (%) (абс. - %)
<i>Enterococcus faecalis</i>	8 - 72,7	0,0
<i>Streptococcus mutans</i>	4 - 36,4	0,0
<i>Streptococcus sanguis</i>	7 - 63,6	0,0
<i>Escherichia coli</i>	2 - 18,2	0,0
<i>Candida albicans</i>	2 - 18,2	0,0

В представленных результатах при повторном микробиологическом исследовании в первой группе, где значение полезной мощности было меньше, в единичных случаях определялись *Enterococcus faecalis* и *Candida albicans* (Таблица 5). Во второй группе, где значение полезной мощности было выше, чем в первой, при лечении хронического пульпита и периодонтита не выявило ни одного вида микробиоты, полученных в корневых каналах до лечения. Поэтому параметр воздействия продолжительность импульса – 4, мощность – 4, что соответствует полезной мощности в 5.4 Вт, может быть рекомендован для дезинфекции корневых каналов зубов при эндодонтическом лечении в клинике.

3.3.4. Результаты определения клинической эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов

До лечения большинство пациентов жалоб на боль в области зубов не предъявляло, так как лечение проводили в хроническую стадию воспалительного процесса. Методы обследования включали в себя зондирование полости зуба, перкуссию зуба и пальпацию альвеолярного отростка по переходной складке в

проекции пораженного зуба. Обязательным было проведение рентгенологического обследования и электроодонтодиагностики, что позволили дифференцировать хронический язвенный пульпит и хронический периодонтит.

В ближайшие сроки после лечения (первые две недели после пломбирования корневых каналов) оценивали наличие, или отсутствие постпломбировочной боли и ее интенсивности. 14 пациентов основной группы, что составило 28,2%, отмечали наличие постпломбировочной боли, которую оценивали, как «умеренную», или незначительную. Вертикальная перкуссия этих зубов была слабоболезненная. Подобная симптоматика купировалась самостоятельно на 3-4 день после пломбирования.

В контрольной группе постпломбировочные боли наблюдались большего количества пациентов у 18 человек, что составило 35,2%. Воспалительная реакция, которая развивалась после пломбирования корневых каналов у данных пациентов стихала только на 7-9 день.

Таким образом, применение диатермокоагуляции в ранние сроки после эндодонтического лечения не увеличивало количество зубов, где возникала воспалительная реакция периодонта после пломбирования корневых каналов. В основной группе таких случаев было меньше по сравнению с контрольной, а воспалительная реакция исчезала быстрее.

В период наблюдения в среднесрочной перспективе через 6 месяцев после лечения в первой группе, в которой лечение проводилось с помощью диатермокоагуляции корневых каналов зубов ни у одного пациента жалоб не было. Объективно признаков обострения воспалительного процесса не обнаружено. По данным рентгенологического обследования расширение периодонтальной щели определялось у одного пациента (2%).

Во второй группе, где во время лечения диатермокоагуляция не применялась, у двух пациентов, что составило 4%, в связи с дискомфортом, жалобами на боли при жевании, выраженной перкуторной реакцией и расширением периодонтальной щели по данным рентгенограммы, было проведено повторное эндодонтическое лечение. У 2 пациентов контрольной группы, при рентгенологическом

обследовании было обнаружено расширение периодонтальной щели. При этом, жалоб пациенты не предъявляли, перкуторная реакция у этих зубов была безболезненная.

Таким образом, через 6 месяцев после лечения, в первой группе у всех пациентов жалобы отсутствовали, а во второй группе, в которой при эндодонтическом лечении диатермокоагуляция не применялась, процент осложнений составил 8%.

При клиническом обследовании первой группы через год ни один пациент жалоб не предъявлял. Объективно признаков обострения воспалительного процесса не было обнаружено. На рентгенограмме у трех пациентов данной группы, что составило 6%, наблюдалось расширение периодонтальной щели, у остальных – патологические изменения отсутствовали.

При клиническом обследовании второй группы, контрольной, через 12 месяцев после лечения, жалобы на дискомфорт в области зуба и болезненность при жевании были 1 пациента. При обследовании определялась болезненность при пальпации в области переходной складки в проекции этого зуба и значительная перкуторная реакция. Этому пациенту было проведено повторное эндодонтическое лечение. На рентгенограммах у пяти пациентов отмечалось расширение периодонтальной щели, но клинических проявлений обострения воспалительного процесса не было.

Применение одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов повышает эффективность лечения хронического пульпита. В группе, где применяли диатермокоагуляцию, периапикальные изменения отсутствовали у 92% пациентов, а в группе, где диатермокоагуляцию не использовали, периапикальные изменения отсутствовали в отдаленные сроки после лечения 80%.

На основании клинического исследования можно сделать вывод о том, что высокочастотная одноэлектродная диатермокоагуляция существенно повышает эффективность эндодонтического лечения, что является основанием для рекомендации ее использования при лечении хронических форм пульпита.

3.4. Результаты изучения эффективности внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении зубов с облитерированными каналами

3.4.1. Результаты изучения распределение соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода

В результате микроскопического исследования расколов и распилов корней после анодного растворения медного электрода дентин корня зуба приобретает оттенок за счет отложения соединений меди зелено- бирюзового цвета. Наиболее интенсивное окрашивание при наружном осмотре наблюдалось в области расположения активной оголенной части электрода. Интенсивность окрашивания снижалась далее, но визуализировалась даже в апикальной удаленной от электрода части корня. При осмотре расколов и распилов зубов наблюдалось окрашивание дентина корня зуба на всю длину, практически на всем их протяжении, наиболее интенсивного у электрода, но окрашивание снижалось, но визуализировалось у апекса. От корневого канала к поверхности корня. Соединения меди способны при облитерации проникать, импрегнировать дентин по всей длине канала (Рисунок 38,39).

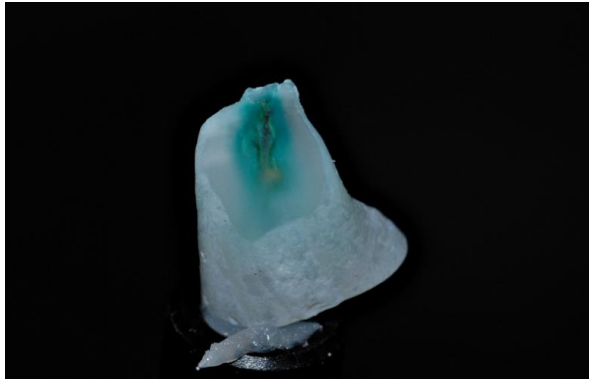
В результате экспериментального исследования установлено, что при внутриканальном анодном растворении медного электрода в облитерированной части корневого канала и дентине апикальной области визуализируются соединения меди, что предполагает возможность использования внутриканального анодного растворения медных электродов при эндодонтическом лечении зубов с облитерированными корневыми каналами, где облитерация корневого канала составляет более половины длины корня зуба (Рисунок 40,41).



Рисунок 38 - наружная часть корня после процедуры анодного растворения медного электрода



Рисунок 39 - наружная часть корня после процедуры анодного растворения медного электрода



А



Б



В

Рисунок 40 - Импрегнация соединений меди в дентинные каналы после процедуры анодного растворения медного электрода А и Б в области апикальной части облитерированного канала, В - в области середины корня на распилах и расколах зубов после эксперимента



Рисунок 41- импрегнация соединений меди в дентинные каналы после процедуры анодного растворения медного электрода облитерированного канала

3.4.2. Результаты изучения влияния на микробиоту корневых каналов зубов в эксперименте анодного растворения медных и серебряно-медных электродов

Экспериментальное исследование противомикробного действия анодного растворения медных и серебряно-медных электродов, применяемых при эндодонтическом лечении зубов, осуществляли с использованием жидких питательных средств и применением автоматического культивирования микроорганизмов.

Исследование осуществляли на микроорганизмах, которые были высеяны из корневых каналов зубов при хронических пульпитах. Причем, это были как отдельные изоляты дрожжевых грибов и бактерий: *S. constellatus*, *P. intermedia*, *C. albicans*, так и смешанные культуры микроорганизмов: 1) *S. constellatus* + *F. nucleatum*; 2) *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*.

Анализ развития культуры *S. constellatus* с применением анодного растворения электродов, содержащих серебро и медь (Ag + Cu) в одном эксперименте, и электродов, содержащих только медь (Cu), в другом, показал, что наблюдалось заметное замедление начала экспоненциального роста клеток в обеих пробах, задержка составила 6 и 8 часов соответственно (Рисунок 42).

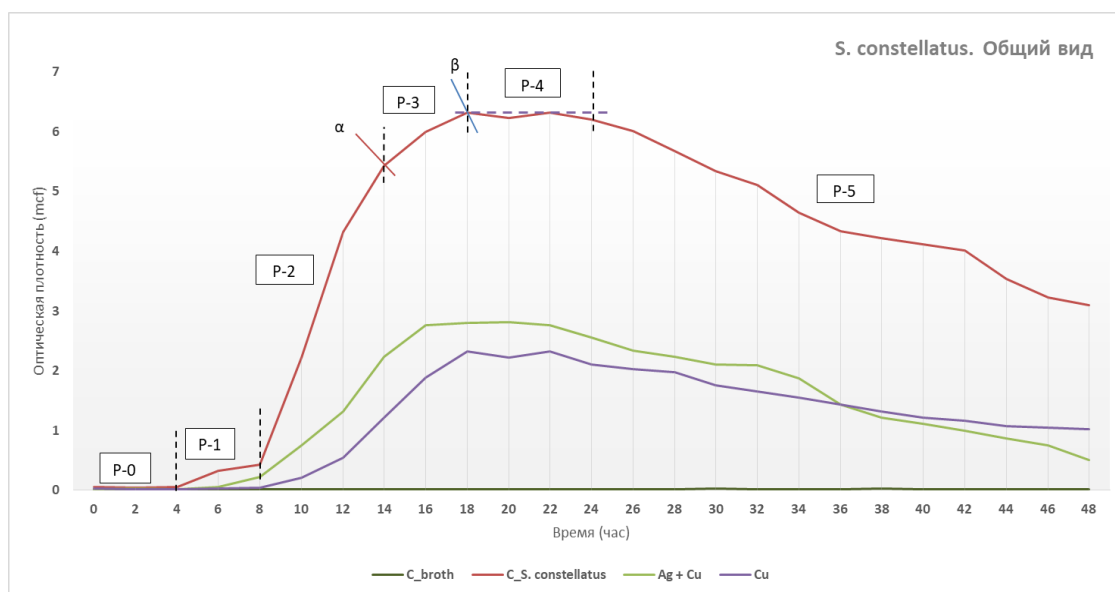


Рисунок 42 – Автоматическое программируемое культивирование *S. constellatus*

Хотя периоды интенсивности генеративной активности между собой не имели тенденциозных различий, скорость прироста бактериальной биомассы оказалась ниже по сравнению с контрольной пробой, что отражалось на построении кривой развития. Достижение основных ключевых точек развития при проведении культивирования, имели при этом ряд различий. В случае с анодным растворением серебряно-медного электрода (Ag + Cu), были зарегистрированы следующие показатели: α (14 час) составил $2,23 \pm 0,3$ Umcf и β (16 час) – $2,76 \pm 0,3$ Umcf. В образце с анодным растворением медного электрода (Cu), наблюдалась только М-концентрация в процессе культивации с показателем β (18 час) – $2,32 \pm 0,3$ Umcf.

Существенного снижения скорости логарифмического развития в отрезке P-2 и формирование при этом периодового дробления с последующей регистрацией

показателя α – не наблюдалось. В обоих случаях отмечалось достоверное снижение показателей оптической плотности по отношению к контрольному образцу (средний показатель OD в стационарной фазе культивирования): для образца (Ag + Cu) – снижение на 55,66%, для образца (Cu) – снижение на 63,64%. Кроме того, зафиксированы существенные отличия между исследуемыми образцами по ключевым показателям оптической плотности и по пролонгации адаптивной фазы. Эти изменения были более выражены при анодном растворении медного электрода.

Анализ развития культуры *P. intermedia* с применением анодного растворения электродов, содержащих серебро и медь (Ag + Cu) в одном эксперименте, и электродов, содержащих только медь (Cu), в другом, показал антибактериальный эффект в обоих исследуемых образцах (Рисунок 43).

Отмечалась разница между исследуемыми образцами в тенденции первоначального развития бактериальных культур. При анодном растворении медного электрода с шестого часа регистрировалось изменение оптической плотности. Это происходило на два часа раньше по сравнению с контрольным образцом. Что касается начального этапа бактериального роста, то он был нечетко выражен и не показал резкого или значительного увеличения.

Для образца (Cu) через 14 часов значение α составило $1,22 \pm 0,3$ Umcf, что на 68,6% меньше по сравнению с контрольным образцом, а значение β через 16 часов – $1,32 \pm 0,3$ Umcf, что на 69,44% меньше контроля.

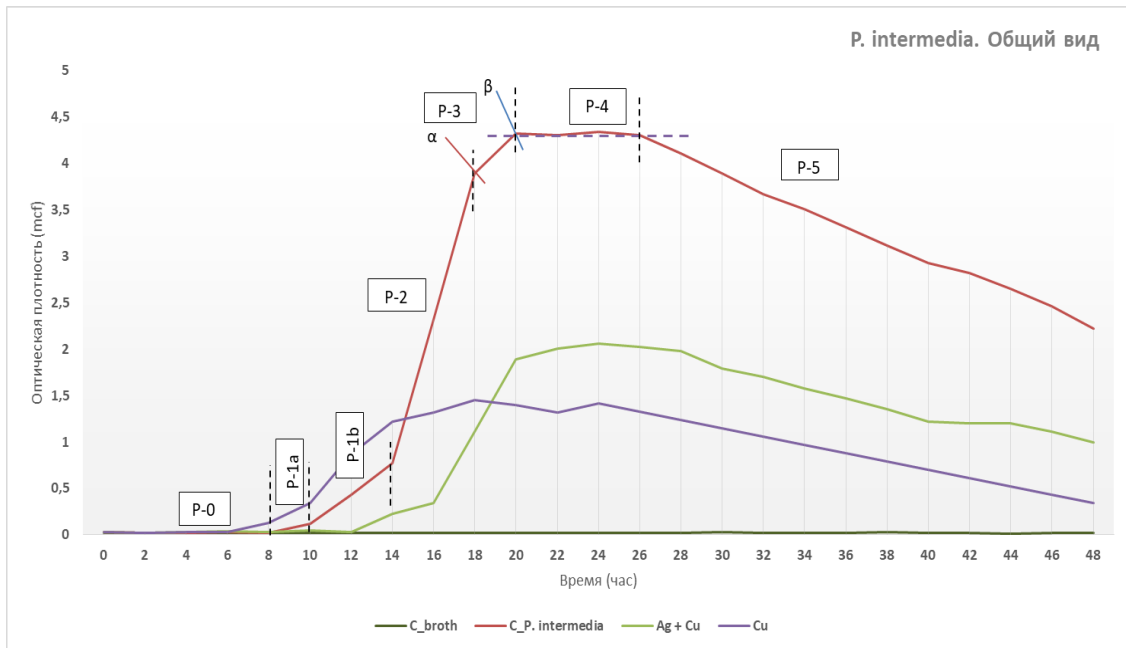


Рисунок 43 – Автоматическое программируемое культивирование *P. intermedia*

Важно отметить, что основные периоды прироста биомассы бактериальной культуры регистрировались в незначительном временном интервале.

Образец (Ag + Cu) продемонстрировал значительную пролонгацию лаг-положения культуры, которая превышала в 2 раза в сравнении с образцом (Cu) и в 1,5 раза контрольный образец. Характерный период ускоренного развития бактериальных клеток (12-16 час) четко просматривался на фоне последующего логарифмического подъема оптической плотности, при этом, скорость изменения оптического числа в периоде P-2 была существенно ниже относительно контрольной пробирки, что свидетельствует о более низкой скорости развития клеточных агентов. Показатель α и показатель β были зарегистрированы в одной точке (20 час) в следствие отсутствия периода отрицательного ускорения. Оптические значения при М-концентрации для образца (Ag + Cu) (20 час) – $1,89 \pm 0,3$ Umcf (снижение относительно контроля на 56,25%). Стационарная фаза развития популяции отмечалась своей длительностью в сравнении со всеми образцами культивирования, с наличием небольшого колебания оптической плотности, которое не являлась статистически значимым. Средний показатель OD в периоде P-4 – $1,99 \pm 0,3$ Umcf (20-28 час).

Анализ развития культуры дрожжевого гриба *C. albicans* с применением анодного растворения электродов, содержащих серебро и медь (Ag + Cu) в одном эксперименте, и электродов, содержащих только медь (Cu), в другом, показал выраженный противогрибковый эффект в обоих исследуемых образцах по сравнению с контрольным образцом (Рисунок 44).

Пролонгация адаптивного периода между исследуемыми образцами и контрольным образцом не отмечалась.

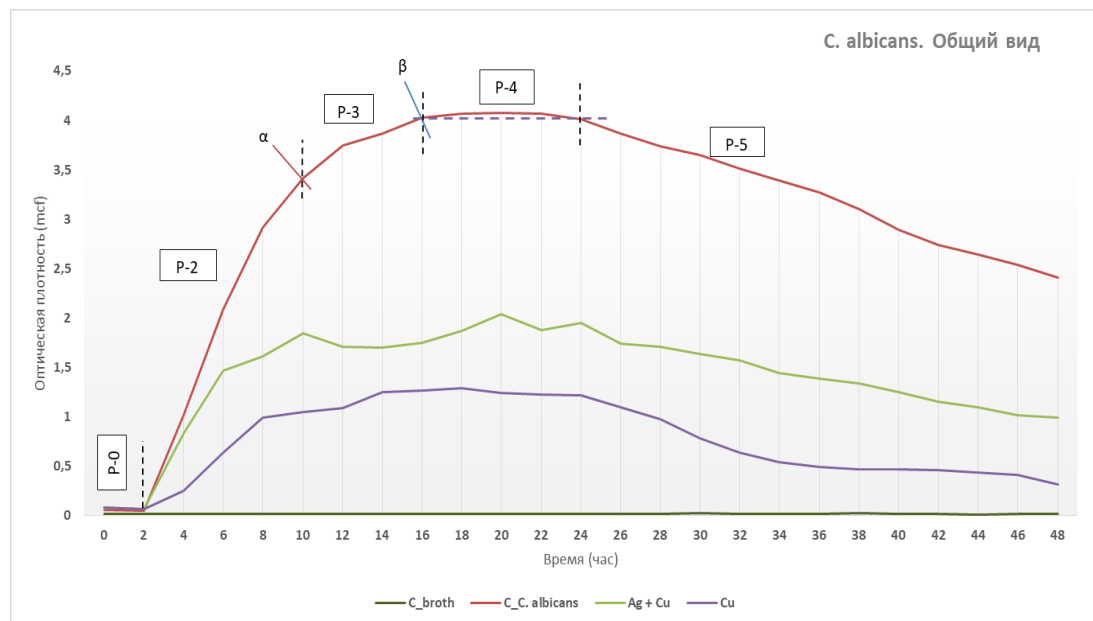


Рисунок 44 – Программируемое автоматическое культивирование *C. Albicans*

Существенно сниженная скорость генеративной активности способствовала укорочению экспоненциальной фазы, а именно в периоде P-2: до 6 часа для образца (Ag + Cu), и до 8 часа для образца (Cu). Показатель α (пик истинного логарифмического прироста, окончание периода P-2): для образца (Ag + Cu) – 6 час ($1,47 \pm 0,3$ Umcf), для образца (Cu) – 8 час ($0,99 \pm 0,3$ Umcf). В данных образцах отмечалось значительное увеличение продолжительности периода отрицательного ускорения (P-3), по окончании которого была достигнута клетками М-концентрация (показатель β): для образца (Ag + Cu) (10 час) – $1,85 \pm 0,3$ Umcf (ниже,

относительно контрольного образца на 54,09%), для образца (Cu) (14 час) – $1,25 \pm 0,3 \text{ Umcf}$ (ниже, относительно контрольного образца на 68,98%).

Анализ развития смешанной культуры *S. constellatus* + *F. nucleatum* с применением анодного растворения электродов, содержащих серебро и медь (Ag + Cu) в одном эксперименте, и электродов, содержащих только медь (Cu), в другом, показал, что задержка начала экспоненциального развития микробных клеток наблюдалась только при анодном растворении медного электрода. Это отмечалось до 10 ч культивирования.

По сравнению с контрольной пробиркой, формируемые кривые кинетики развития бактериальной популяции исследуемых образцов, четко отображали разницу в изменении показателя оптической плотности в периоде Р-1, причем скорость генеративной активности клеток в образце Cu была при этом достоверно ниже относительно образца Ag + Cu. Учитывая пролонгацию адаптивной фазы и первичных периодов экспоненциальной фазы эксперимента, логарифмический подъем исследуемых образцов был значительно позже, относительно контрольного культивирования, однако, скорость бактериального прироста при этом статистически не отличалась. Максимальный показатель оптической плотности в окончании периода Р-2 был зарегистрирован на 16 час (исследуемый образец Ag + Cu) и 22 час (исследуемый образец Cu), со средним снижением оптического числа на 45,04% относительно контрольной пробирки (Рисунок 45).

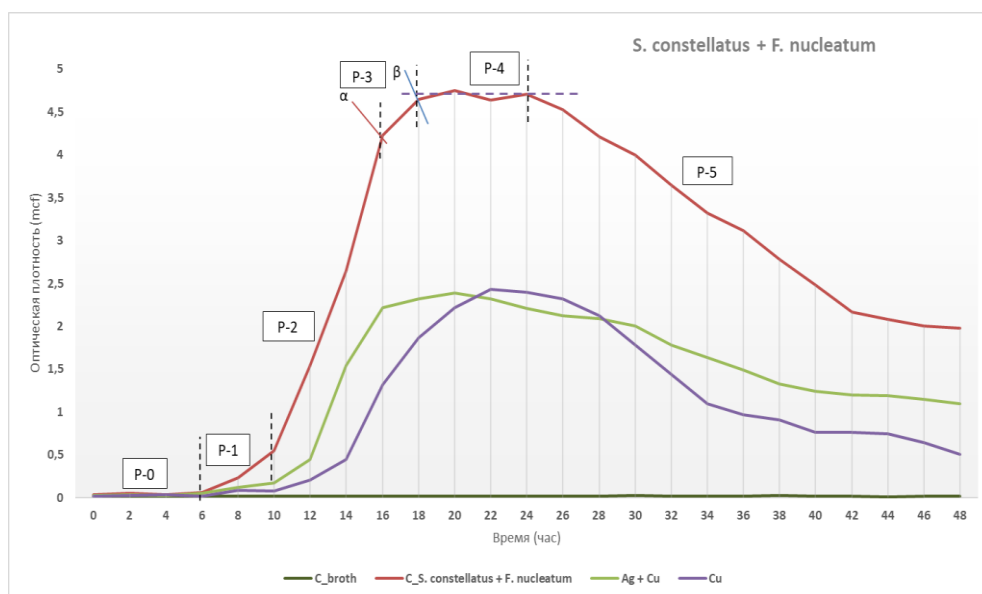


Рисунок 45 – Автоматизированное программное культивирование комбинированной культуры *S. constellatus* + *F. Nucleatum*

При этом, на графиках четко отмечалась разница между исследуемыми образцами в процессе падения скорости развития клеток: для образца Ag + Cu был характерен период отрицательного ускорения культуры (16-18 час), по окончании которого была достигнута М-концентрация популяции, со значением OD – $2,32 \pm 0,3$ Umcf; для исследуемого образца Cu данного периода не наблюдалось, и М-концентрация была сопоставима с показателем α – $2,43 \pm 0,3$ Umcf (22 час). В обоих исследуемых образцах, где применялось анодное растворение металлических электродов, фаза стационарного развития была кратковременной, с оптической плотностью в среднем: Ag + Cu – $2,34 \pm 0,3$ Umcf (что на 50% меньше по сравнению с контролем), Cu – $2,41 \pm 0,3$ Umcf (на 48,5% меньше по сравнению с контролем). Кроме того, в обоих исследуемых образцах отмечалась достоверная задержка начала экспоненциального развития смешанной культуры микробных клеток: (до 6 и 8 часа культивирования соответственно).

Анализ развития смешанной культуры *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium* с применением анодного растворения электродов, содержащих серебро и медь (Ag + Cu) в одном эксперименте, и электродов, содержащих только медь (Cu), в другом, показал, что между образцами были отличия по времени, характеризующим задержку логарифмической фазы. При анодном растворении

серебряно-медного электрода первоначальные признаки развития клеток отмечались уже с 4 часа эксперимента, в то время как в контрольном образце только с 6 часа. При анодном растворении медного электрода этот показатель наблюдался с 8 часа (Рисунок 46).

В обоих исследуемых образцах по сравнению с контролем регистрировалось существенное снижение OD. При этом кривые на графиках для образцов Ag + Cu и Cu показывали схожий характер, хотя и различались по оптическим значениям. В обоих случаях наблюдалось нечеткое изображение перехода культуры из фазы быстрого развития в настоящий логарифмический рост. Начало экспоненциального роста для обоих образцов произошло одновременно: для Ag + Cu и Cu это время составило 10 часов, с показателями $0,74 \pm 0,3$ Umcf и $0,14 \pm 0,3$ Umcf соответственно.

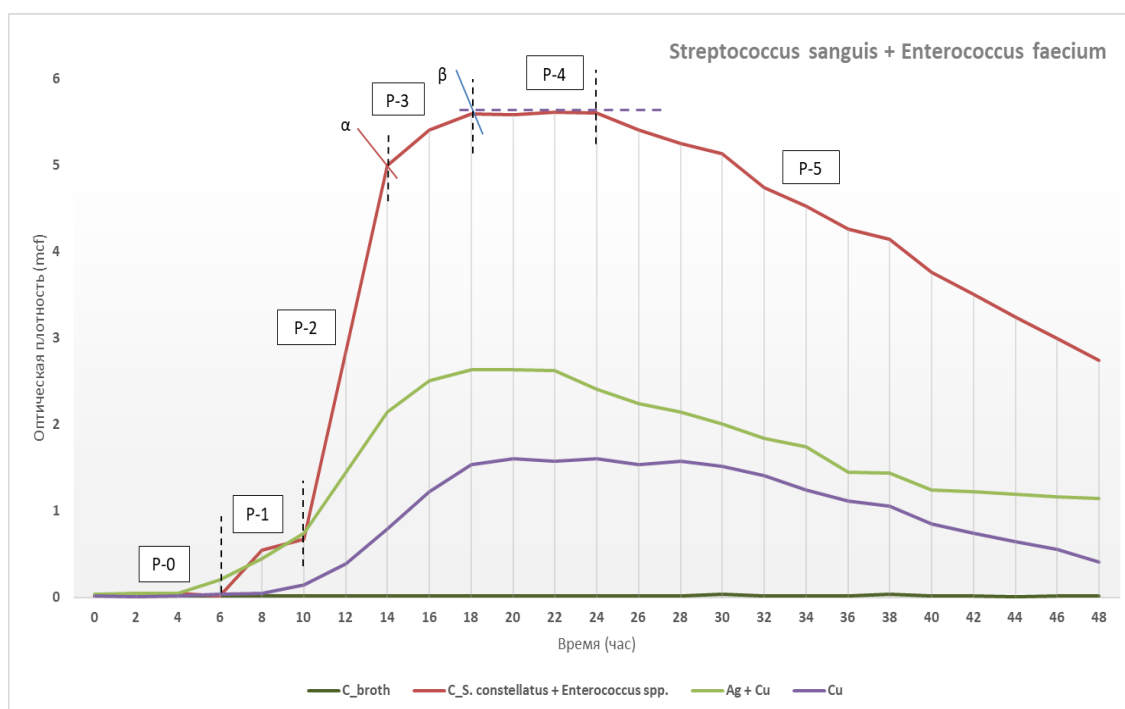


Рисунок 46 – Автоматизированное программное культивирование комбинированной культуры *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*

Кратковременный логарифмический этап роста привел к скорому достижению образцами пика оптической плотности в этом интервале культивации (индекс α) и последующему удлинению периода отрицательного ускорения (период P-3). Для образца Cu ключевые показатели оптической плотности были

достигнуты одновременно. Показатель α (пик истинного логарифмического прироста, окончание периода Р-2): для образца Ag + Cu – 14 час ($2,14 \pm 0,3$ Umcf), для образца Cu – 18 час ($1,54 \pm 0,3$ Umcf). Показатель β (М-концентрация, окончание периода Р-3): для образца Ag + Cu (18 час) – $2,63 \pm 0,3$ Umcf (ниже, относительно контрольного образца на 53,04%), для образца Cu (18 час) – $1,54 \pm 0,3$ Umcf (ниже, относительно контрольного образца на 72,50%). Между исследуемыми образцами также отмечалась достоверная разница, наиболее четко просматриваемая в показателе оптической плотности в стационарном равновесии: для образца Ag + Cu (18-22 час) – $2,66 \pm 0,3$ Umcf, а для образца Cu (18-28 час) – $1,57 \pm 0,3$ Umcf, что было на 40,08% ниже, относительно образца Ag + Cu и на 72,46% ниже, относительно оптической плотности в аналогичной точке в контрольной пробирке.

Таким образом, результаты экспериментального исследования по изучению противомикробной эффективности применения анодного растворения одножильного медного провода, покрытого серебром и одножильного медного провода, не покрытого серебром, показали, что оба воздействия способны подавлять жизнедеятельность микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов при хронических формах пульпита. Причем этот эффект проявляется как в отношении отдельных патогенных штаммов микроорганизмов, так и в отношении смешанных культур.

Несмотря на то, что анодное растворение обоих электродов, применяемых для внутриканальных воздействий постоянным током, носило, в целом, сходный и однонаправленный характер, их эффективность в отношении исследуемых культур имело отличия. Анодное растворение медного электрода показало более выраженный противомикробный эффект в отношении большинства исследуемых одиночных штаммов микроорганизмов и в отношении всех исследуемых смешанных культур. Анодное растворение серебряно-медного электрода, по сравнению с медным, было более эффективно только в отношении штамма *P. Intermedia*.

Результаты экспериментального микробиологического исследования свидетельствуют о том, что при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми

каналами, для дезинфекции системы корневых каналов наряду с серебряно-медными электродами, которые в настоящее время применяются при апекс-форезе, можно использовать медные электроды, внутриканальное растворение которых может обеспечить выраженное противомикробное действие.

3.4.3. Результаты клинико-лабораторного исследования влияния на микробиоту корневых каналов зубов внутриканального анодного растворения медных электродов при лечении хронических форм пульпита

В связи с тем, что экспериментальное микробиологическое исследование показало возможность использования медных электродов при внутриканальных воздействиях постоянным током с целью дезинфекции содержимого системы корневых каналов, было проведено клинико-лабораторное исследование по изучению противомикробной эффективности внутриканального анодного растворения медных электродов при лечении хронических форм пульпита в зубах с корневыми каналами, облитерированными более чем на 50%.

С этой целью, микробиологический материал, полученный из корневых каналов зубов, у больных первой группы изучали дважды – до и после внутриканальной процедуры с использованием постоянного тока.

До начала лечения бактериологический анализ показал наличие разнообразных бактерий, включая стрептококки и стафилококки. В частности, *Str. sanguis* обнаружен у 35% пациентов, *Str. mutans* – у 24%, *Str. salivarius* – у 18%, *S. constellatus* – у 21%, *St. epidermidis* – у 12%. Бактерии из группы кишечных палочек также были выделены из корневых каналов: *Enterococcus faecium* встречался у 32% пациентов, *Enterococcus faecalis* – у 12%, *E. coli* – у 21%. Присутствие микроорганизмов, связанных с заболеваниями пародонта, также было замечено: *P. intermedia* у 21% пациентов, *F. nucleatum* – у 18%, *P. gingivalis* – у 12%, *T. denticola* – у 6%. Кроме того, наряду с указанными выше микроорганизмами, были обнаружены дрожжеподобные грибы рода кандиды – *C. albicans* у 12% больных.

Анодное растворение одножильных медных электродов, вставленных в корневые каналы зубов, при лечении хронических форм пульпита продемонстрировало высокую дезинфицирующую эффективность.

В материале, полученном из корневых каналов зубов после проведения электропроцедуры, у всех 34 пациентов первой группы не было обнаружено ни одного вида патогенных микроорганизмов, которые были выявлены в материале, полученном у этих больных, до лечения.

Данные клинико-лабораторного исследования полностью согласуются с данными экспериментального исследования и подтверждают высокую антибактериальную эффективность анодного растворения одножильных медных электродов внутри корневых каналов при лечении хронических форм пульпита.

3.4.4. Результаты изучения клинической эффективности применения различных видов трансканальных воздействий постоянным током при лечении больных с хроническими формами пульпита в зубах с облитерированными каналами более чем на половину длины корня

При обследовании, проведенным до начала лечебных мероприятий у 27% больных констатировали хронический пульпит вне обострения. У этих больных жалобы отсутствовали.

73% пациентов предъявляли различные жалобы, из которых наиболее распространенными были:

– 52% больных отмечали боли при воздействии температурных раздражителей;

– 35% пациентов жаловались на самопроизвольные боли ноющего характера;

– 56% обследованных отмечали наличие ощущения дискомфорта в районе причинного зуба;

– 19% больных ощущали характерный неприятный привкус и запах из полости зуба.

В результате зондирования часто удавалось определить дефект ранее поставленной пломбы или глубокую кариозную полость, соединяющаяся с полостью зуба.

Перкуторная реакция при проведении вертикальной и горизонтальной перкуссии была безболезненной. Пальпация альвеолярного отростка и переходной складке также не вызывали боли. Патологическая подвижность зубов отсутствовала. Отека и гиперемии слизистой оболочки и окружающих мягких тканей не наблюдалось.

Не отмечалось увеличения регионарных лимфатических узлов, пальпация этих областей была безболезненной.

Электровозбудимость зубов при проведении электроодонтодиагностики из корневых каналов зубов находилась в диапазоне от 55 мкА до 90 мкА.

Рентгенологическое исследование показало, что корневые каналы были облитерированы более чем 50% длины корня зуба, при этом у всех пациентов отсутствовали патологические периапикальные изменения. При показаниях электроодонтодиагностики выше 100 мкА, т.е. после полной девитализации пульпы, в том числе в непроходимом участке корневого канала, приступали к трансканальным воздействиям с использованием постоянного электрического тока.

В первой группе использовали метод внутриканального анодного растворения медного электрода, во второй группе применяли метод внутриканального анодного растворения серебряно-медного электрода, а в третьей группе – метод трансканальной анодгальванизации с использованием медного электрода.

После проведения электропроцедур, корневые каналы пломбировали по проходимости с использованием в качестве силера – пасты АН Plus в сочетании с гуттаперчевыми штифтами.

Ближайшие результаты лечения оценивали в течение двух недель после пломбирования корневых каналов. В эти сроки у всех пациентов исследуемых групп жалобы отсутствовали. Постпломбировочные боли отсутствовали.

Перкуссия зубов была безболезненной. Воспалительные явления, такие как гиперемия и отек окружающих тканей, не наблюдались.

Результаты лечения анализировали также через 6 и 12 месяцев после процедуры пломбирования каналов. В эти периоды проводили оценку жалоб пациентов, анализ клинических данных, указывающих на воспалительные процессы, а также изучение рентгеновских снимков, которые помогали оценить состояние тканей вокруг верхушки корня зуба.

Лечение считалось успешным, если в течение периода наблюдения не наблюдалось жалоб, воспалительных признаков или патологических изменений в тканях периодонта.

Через шесть месяцев после проведения терапии в первой группе, где у пациентов с хроническим пульпитом применяли внутриканальное анодное растворение с использованием медного электрода, у одного пациента (3% от общего числа участников группы) была зафиксирована незначительная болезненность при вертикальной перкуссии зуба. У остальных пациентов данной группы жалобы и признаки воспаления отсутствовали. На основании полученных рентгенограмм было выяснено, что у всех участников исследования, составлявших первую группу, патологические изменения в периодонте не были зафиксированы (Рисунок 47).

Во второй группе, где при лечении больных с хроническими формами пульпита в зубах, где корневые каналы были облитерированы более чем на половину длины корня зуба, применяли внутриканальное анодное растворение серебряно-медного электрода, через полгода после лечения болезненная перкуссия вылеченных зубов наблюдалась у 3х пациентов (9%).



Рисунок 47 – Результаты лечения через 6 месяцев у больных 1 группы

У двух из этих больных (6%) по данным рентгенологического исследования наблюдалось расширение периодонтальной щели. У остальных пациентов этой группы жалобы и патологические периапикальные изменения отсутствовали (Рисунок 48).



Рисунок 48 – Результаты лечения через 6 месяцев у больных 2 группы

Таким образом, анализ клинических результатов лечения показал, что клиническая эффективность, проведенных лечебных мероприятий, через 6 месяцев после их окончания в исследуемых группах имело отличия. Об этом свидетельствовал процент осложнений. В первой группе он составил 3%, во второй – 9%.

В результате обследования, проведенного через год после лечения, в первой группе, где корневые каналы были обработаны методом внутриканального анодного растворения с использованием медного электрода, у двух пациентов вертикальная перкуссия зубов сопровождалась незначительной болезненностью.

В ходе рентгеновского исследования у этих пациентов были зафиксированы патологические изменения в периодонте. У одного было обнаружено расширение периодонтальной щели, в то время как у другого был выявлен очаг разрежения костной ткани размером до 2 мм. У других обследованных, входивших в первую группу, в периапикальной зоне патологические изменения не были обнаружены. Отсутствовали какие-либо жалобы или признаки воспаления (Рисуноки 49-52).

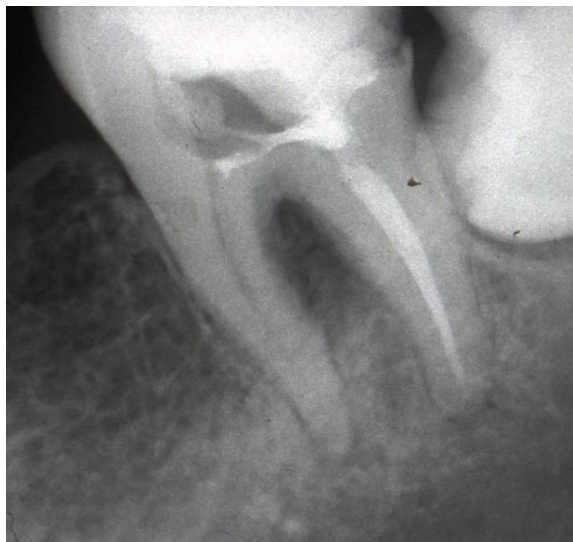


Рисунок 49 – Второй моляр нижней челюсти слева до лечения. Передний щечный и передний язычный каналы «проходимы» на половину длины корня



Рисунок 50 – Второй моляр нижней челюсти слева через год после лечения с применением внутриканального анодного растворения медного электрода в области переднего щечного и переднего язычного каналов. Патологические периапикальные изменения отсутствуют



Рисунок 51 – Второй моляр нижней челюсти справа до лечения. Дистальный канал облитерирован более чем на половину длины корня зуба



Рисунок 52 – Второй моляр нижней челюсти справа через год после лечения с применением внутриканального анодного растворения медного электрода в области дистального канала. Патологические периапикальные изменения отсутствуют

Таким образом, через год после лечения пациентов с хроническими формами пульпита в зубах с корневыми каналами, облитерированными более чем на половину длины корня зуба, где применялось внутриканальное анодное растворение медного электрода, результаты лечения можно было признать неудовлетворительными лишь у двух больных, что составило 6% от общего количества пациентов этой группы (Рисунок 53).



Рисунок 53 – Результаты лечения через 12 месяцев у больных 1 группы

Во второй группе через год после проведения внутриканального анодного растворения серебряно-медного электрода, с последующим пломбированием корневого канала по проходимости, болевая реакция при вертикальной перкуссии зубов наблюдалась у четырех больных.

В ходе рентгеновского исследования у этих пациентов были зафиксированы патологические изменения в периапикальной области. У двух было обнаружено расширение периодонтальной щели, в то время как у двух других были выявлены очаги разрежения костной ткани размером до 2 мм (Рисунок 54,55). У других обследованных, входивших во вторую группу, по данным клинического и рентгенологического обследования, отрицательной динамики не наблюдалось.



Рисунок 54 – Первый моляр нижней челюсти справа, до лечения. Все каналы облитерированы больше чем на половину длины корня зуба



Рисунок 55 – Первый моляр нижней челюсти справа через год после лечения с применением внутриканального анодного растворения серебряно-медного электрода в области всех корневых каналов. Наблюдается расширение периодонтальной щели

Следовательно, через год после лечения во второй группе у 4 пациентов были зафиксированы неудовлетворительные результаты, что составило 12% от общего количества больных этой группы (Рисунок 56).

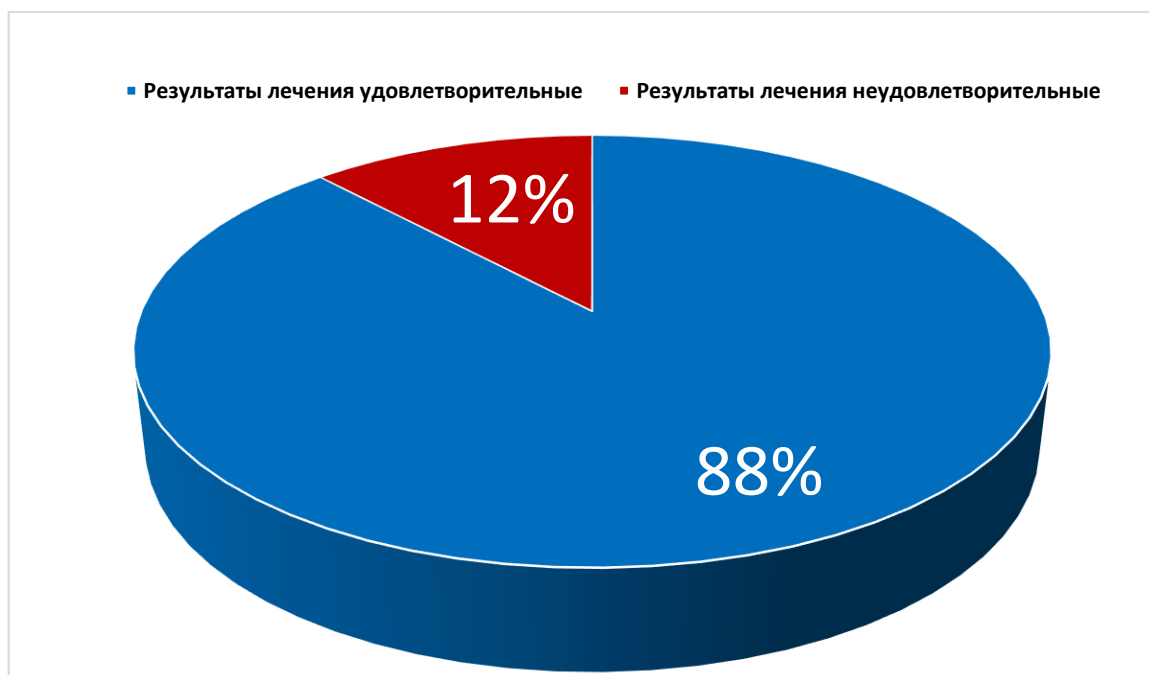


Рисунок 56 – Результаты лечения через 12 месяцев у больных 2 группы

При сопоставлении количества осложнений в группах через год отмечается, что во второй группе, где применяли внутриканальное анодное растворение серебряно-медного электрода, неудачные исходы лечения наблюдались в два раза реже чем в третьей группе. При этом, в первой группе, где применяли внутриканальное анодное растворение медного электрода, лечение можно было признать неудачным в три раза реже чем в третьей группе.

Таким образом, наиболее эффективным было лечение в первой группе, где через год после лечения его результаты можно было признать успешными у 94% больных. Во второй исследуемой группе количество удачных исходов лечения было ниже и составило 88%.

Подводя итог клиническому анализу результатов лечения в ближайшие и отдаленные сроки, можно сделать вывод о том, что применение внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении больных с хроническими формами пульпита в зубах, с корневыми каналами облитерированными более чем на половину длины корня зуба, позволяет повысить эффективность лечебных мероприятий, способствует предотвращению развития хронического периодонтита и подтверждает целесообразность и необходимость применения данного вида трансканального воздействия постоянным током при эндодонтическом лечении зубов с облитерированными корневыми каналами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На фоне современных достижений в эндодонтии, за последние годы увеличилось количество осложнений, связанных с эндодонтическими вмешательствами, а потребность в повторном эндодонтическом лечении в два раза больше, чем в первичном лечении пульпита и периодонтита. Согласно протоколу лечения, успешный результат в эндодонтии обеспечивает своевременная, качественная диагностика, тщательная дезинфекция корневой системы с учетом индивидуальных особенностей анатомии зубов и плотная obturation корневых каналов [105]. Аппаратные методы применяются на всех этапах эндодонтического лечения зубов.

При диагностике патологических состояний пульпы зуба важную роль играет электроодонтодиагностика. Проведение данного исследования играет важную роль в постановке диагноза и контроля эффективности проводимых лечебных мероприятий.

С целью определения наиболее часто используемых для проведения электроодонтодиагностики аппаратов и удовлетворенности врачей результатами диагностики с использованием этих аппаратов было проведено анкетирование 147 практикующих врачей стоматологов. В результате анкетирования было установлено, что для изучения электровозбудимости пульпы зубов наиболее часто используют следующие аппараты: Digitest, Parkell, США, ЭндоЭст, Geosoft, Россия-Израиль и аппарат ИВН-01 Пульптест ПРО, Каскад ФТО, Россия. При этом, две трети врачей отметили, что при интерпретации результатов проведения электроодонтодиагностики могут возникать сложности из-за большого разброса показаний на цифровом табло аппарата при повторных исследованиях электровозбудимости одного и того же зуба. Эти проблемы врачи связывали с качеством используемых аппаратов для проведения электроодонтодиагностики.

С целью определения диагностической эффективности разных форм тока, применяемых для оценки состояния пульпы зуба, провели сравнительное исследование особенностей, погрешности и точности четырех форм тока:

импульсного постоянного, импульсного переменного тока, синусоидальной формы, нарастающего и затухающего по амплитуде, переменного прямоугольного и переменного синусоидального. Исследование было проведено на 1537 зубах, из них 511 моляры, 391 премоляр, 49 клыки и 586 резцы. 968 зубов (37%) зубов были интактными, в 48 (31%) зубы с кариесом и зубы, где ранее было проведено лечение по поводу кариеса, в 32 зубах (32%) зубов с пульпитом и периодонтитом, а также зубы, где ранее было проведено эндодонтическое лечение.

С целью определения особенностей применения электроодонтодиагностики при эндодонтическом лечении зубов и наличия остатков инфицированной не devitalizirovannoy пульпы после эндодонтического лечения зубов электроодонтодиагностика была проведена в 146 зубах всех групп (резцы, премоляры, моляры верхней и нижней челюсти) при повторном эндодонтическом лечении. Методика проведения осуществлялась с устьев корневых каналов и с эндодонтических инструментов, или электродов, максимально локально, по внутриканальной методике.

В качестве источников тока использовали аппараты, которые как показали результаты анкетирования врачей стоматологов используются в стоматологической практике чаще всего: Pulp tester, производство Китай, Digitest (США), ЭндоЭст (Россия – Израиль), ИВН 01 Пульптест – Про (Россия).

Изучали электропроводность эмали зубов при проведении электроодонтодиагностики с применением различных контактных сред для определения эффективности электроодонтодиагностики.. В зависимости от используемой контактной среды, исследования были разделены на 4 группы. Контактной средой в группах являлись: в первой – токопроводящая силиконовая трубка; во второй – вата, смоченная изотоническим раствором хлорида натрия; в третьей – вата, смоченная водопроводной водой; в четвертой – зубная паста «Новый жемчуг кальций» (Россия). Исследование проводили под анестезией в области интактных фронтальных зубов нижней челюсти. Всего было проведено 240 замеров при проведении электроодонтодиагностики на 60 интактных зубах.

На основании проведенного исследования можно сделать выводы:

1. Для определения состояния пульпы зуба в настоящее время используются четыре формы тока, а именно: постоянный импульсный прямоугольной формы, импульсный переменный синусоидальный, возрастающий и затухающий по амплитуде, переменный ток прямоугольной формы частотой 50 Гц; и переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц.

2. Наибольшей диагностической ценностью при исследовании состояния пульпы зуба обладает переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц.

3. Использование зубной пасты гигиенической, содержащей кальций в качестве контактной среды при проведении электроодонтодиагностики наиболее эффективно снижает контактное электросопротивление по сравнению с изотоническим раствором хлорида натрия, водопроводной водой и токопроводящим силиконом. При использовании пасты модуль комплексного электросопротивления составил 2900 ± 300 , тогда как при использовании изотонического раствора хлорида натрия модуль комплексного сопротивления был 3038 ± 412 , водопроводной воды 2975 ± 350 и токопроводящей силиконовой трубки 3463 ± 12 .

Изучались и сравнивались технические характеристики аппаратов, описание формы продуцируемого каждым аппаратом тока, а также результаты анализа погрешности измерений, полученных при проведении электроодонтодиагностики. Эти параметры напрямую оказывали влияние на диагностическую эффективность и возможности данной методики.

Также хотелось бы обратить внимание на то, что при исследовании в 110 из 146 зубов при повторном эндодонтическом лечении были обнаружены остатки недевитализированной пульпы, цифры ЭОД при этом были от 40 до 95 мкА. Из 110 с остатками пульпы обследованных зубов у 91 имелись периапикальные изменения. У 40 пациентов были жалобы на дискомфорт и боли при накусывании, у 50 пациентов периодические боли от горячего, у 20 пациентов жалобы отсутствовали, ревизию каналов проводили перед ортопедическим лечением.

Наличие в каналах остатков недевитализированной инфицированной пульпы является одной из причин осложнений, возникающих после эндодонтического

лечения и показанием к повторному вмешательству. Применение электроодонтодиагностики с помощью качественной аппаратуры, а именно переменного синусоидального тока частотой 50 Гц., позволит повысить эффективность лечения за счет контроля девитализации, особенно в многокорневых зубах со сложной анатомией, снизить количество врачебных ошибок и зубов, нуждающихся в повторном эндодонтическом лечении. Также необходимо стандартизировать аппараты для электроодонтодиагностики с помощью рекомендаций производителям согласно результатам нашего исследования.

По-прежнему дискуссионным является вопрос полного сохранения пульпы зубов с помощью биологического метода лечения при случайном вскрытии пульповой камеры. Это связано с отсутствием четких рекомендаций при лечении, позволяющих максимально повысить эффективность лечения с хорошим долгосрочным прогнозом и адекватным контролем состояния нервно-рецепторного аппарата сохраняемой пульпы зубов. Контролировать эффективность лечения необходимо и возможно только с помощью точной аппаратуры для электроодонтодиагностики. Этой теме был посвящен первый раздел нашего исследования. И, конечно, отсутствие инфицирования является наиболее значимым условием для сохранения жизнеспособности пульпы. В этом может помочь физический фактор, обладающий максимально выраженным антибактериальным эффектом, а именно, озонотерапия перед прямым покрытием вскрытой пульпы зуба. Изучению эффективности применения озонотерапии в сочетании с методом прямого покрытия пульпы посвящена следующая часть нашего исследования.

На основании изучения антибактериального действия определяли оптимальные параметры местной озонотерапии, применяемые при случайном вскрытии зуба, в отношении микробиоты, полученной со дна не отпрепарированной глубокой кариозной полости. Микробиологический материал, используемый при проведении исследования собирали с помощью стерильного бумажного пина, который погружали на дно не отпрепарированной глубокой кариозной полости у 30 обследуемых пациентов, а затем помещали в пробирку с

транспортной средой эппендорф и отправляли в лабораторию. Определяли частоту встречаемости отдельных видов микроорганизмов у обследованных больных.

После этого определяли продолжительность процедуры озонотерапии, обладающую наибольшей антибактериальной эффективностью в отношении полученных культур микроорганизмов. При проведении исследования использовали разработанный нами озоногенератор, позволяющий получать озон с помощью коротковолнового ультрафиолетового излучения (Патент № № 196560 U1). Озоногенератор продуцирует озono-воздушную смесь с концентрацией 0,261 мг/ м³ и производительностью озоногенератора 2 л/мин. Изучали эффективность обдувания озono-воздушной смесью продолжительностью 20 сек., 30 сек. и 60 сек.

Оптимальным считали продолжительность воздействия, показавшего наибольшую антибактериальную эффективность в отношении всех исследуемых культур микроорганизмов. Выраженным антибактериальным действием при случайном вскрытии пульпы обладает местная озонотерапия с концентрацией озона 0,261 мг/ м³ производительностью 2 л/мин в течение 1 минуты.

Изучали влияние местной озонотерапии на регенераторные возможности пульпы зуба в эксперименте. С этой целью анализировали гистологические препараты, полученные после моделирования ятрогенного пульпита. Лабораторные животные, кролики породы "Советская шиншилла" - 24 особи, были рандомизированы на 2 группы, в зависимости от методов лечения: в 1 группе, 12 особей, для покрытия пульпы использовали аналог МТА Российского производства «Триоксидент» (Компанией «ВладМиВа»), который содержит мелкодисперсные частицы оксида кальция, кремния, алюминия, гидроокись меди-кальция и оксид висмута. В этой группе озонотерапию не проводили. Во второй группе, 12 особей, перед покрытием пульпы тем же материалом «Триоксидент» в течение 1 минуты проводилось обдувание вскрытой пульпы зуба озono-воздушной смесью. Завершающим этапом лечения была постановка постоянной пломбы Twinky Star (Voco, Германия).

Животных выводили из эксперимента на 7, 14, 21 и 35 сутки. Выделенные препараты челюстей кроликов прошли этап декальцинации в мягком режиме, далее поперечными срезами выделена область послеоперационного отверстия и произведены послойные срезы через шейку и корень зуба. Гистологические препараты были окрашены в дальнейшем гематоксилином-эозином, трихромом по Массон и дополнительно проведено иммуногистохимическое исследование с CD3, CD20, Ki-67, S100, Macrophage, CD34.

На основании изучения биоматериалов, полученных при проведении экспериментального исследования, установлено, что при случайном вскрытии пульпы зуба применение местной озонотерапии в течение 1 минуты при концентрации озона в озono-воздушной смеси 0,261 мг/м³ и производительности озоногенератора 2 л/мин увеличивает регенераторные возможности пульпы зуба, проявление чего можно увидеть на гистологических препаратах в формировании неравномерной плотности третичного дентина на 14 сутки после обдувания озonoвоздушной смесью и образованием дентинных мостиков в пульпе зуба в зоне травмы на 35 день после обдувания озonoвоздушной смесью.

С целью изучения клинической эффективности применения озонотерапии при случайном вскрытии пульпы зуба было проведено лечение 50 пациентов в возрасте от 20 до 45 лет (28 женщин, 22 мужчины). У этих больных при препарировании глубоких кариозных полостей произошло случайное вскрытие пульпы зуба. В зависимости от проводимого лечения больные были разделены на две группы. Первую группу составили 25 пациентов, при лечении которых, с целью сохранения жизнеспособности пульпы при ее случайном вскрытии, использовали озонотерапию, после чего проводили прямое покрытие пульпы материалом «Триоксидент». В качестве источника озона использовали аппарат ОКУФ-5м, позволяющий синтезировать озон с помощью ультрафиолетового излучения. Продолжительность обдувания вскрытой пульпы зуба озono-воздушной смесью составляла 1 мин.

Во второй группе 25 пациентов озонотерапию не назначали, но также проводили прямое покрытие пульпы материалом «Триоксидент».

Завершающим этапом лечения в обеих группах являлась временная реставрация дефекта твердых тканей зуба с помощью светоотверждаемого компомера (Twinky Star, Voco, Германия). Окончательную реставрацию проводили через 6 месяцев при отсутствии симптомов воспаления.

Обследование пациентов проводили через сутки после проведения лечения, а также спустя 14 дней, 2, 6 и 12 месяцев.

Стоматологический статус больных оценивали с помощью клинических и дополнительных методов исследования.

Дополнительные методы исследования включали: электроодонтодиагностику и рентгенологическое обследование. Для изучения состояния нервных элементов пульпы зуба использовали электроодонтодиагностику, которую осуществляли с помощью цифрового отечественного прибора «ИВН-01 Пульпест-Про». Электроодонтодиагностику проводили на резцах – с середины режущего края, на премолярах – с щёчного бугра, на молярах – с переднего щёчного бугра. При рентгенологическом обследовании на основании данных прицельной дентальной рентгенографии и компьютерной визиографии оценивали состояние периапикальных тканей. Рентгенологическое исследование проводили через 2, 6 и 12 месяцев.

В результате проведенного исследования было отмечено, что применение озонотерапии повышает эффективность сохранения жизнеспособности пульпы зуба при ее случайном вскрытии, что доказано полным сохранением жизнеспособности пульпы у 100% пациентов в группе, где применяли озонотерапию, что в 1,25 раза статистически достоверно выше, чем в группе, где не применяли озонотерапию, (положительный результат в 80% случаев).

Предыдущие исследования, посвященные биологическому методу лечения при случайном вскрытии пульповой камеры зубов, были посвящены в основном изучению в сравнительном аспекте пломбировочных материалов для прямого покрытия пульпы. Но, на наш взгляд, для прогнозирования успешного результата, большое значение имеет профилактика микробной контаминации в короткий период перед прямым покрытием и стимуляция репаративных процессов в травмированном

участке пульпы. Обе эти задачи, согласно результатам наших исследований, успешно позволяет решить местная озонотерапия с использованием озоногенератора, производящего озono-воздушную смесь на основе коротковолнового ультрафиолетового излучения, повышая эффективность биологического метода лечения при случайном вскрытии пульпы.

Главная задача лечебных мероприятий при эндодонтическом лечении сводится к антисептическому воздействию на микробиоту и предотвращению поступления её за пределы корня зуба. Учитывая противоречивые данные о результатах применения антисептиков и антибиотиков в эндодонтии актуальным и вполне обоснованным является постановка вопроса об обосновании и расширении применения методов физиотерапевтического воздействия, включая изучение данного вида воздействия на микроорганизмы.

При проведении эндодонтического лечения в качестве дополнительного способа обработки корневого канала по проходимости применяется диатермокоагуляция, при которой используют переменный электрический ток высокой частоты. Современная медицинская промышленность выпускает два вида высокочастотных диатермокоагуляторов, а именно: двухэлектродные и одноэлектродные. Количество образующегося тепла при взаимодействии электрического тока высокой частоты с тканями пропорционально мощности (P), которая зависит от силы тока и напряжения, то есть $P = I \times U$.

Разные типы коагуляторов имеют принципиальные отличия по изменению мощности при взаимодействии тока высокой частоты с биологическими тканями, имеющими разное комплексное электросопротивление (Z). При проведении диатермокоагуляции одноэлектродным коагулятором, неизменным, то есть стабильным, является не напряжение, а сила тока. Учитывая то, что напряжение может быть выражено как произведение силы тока и электросопротивления, формула, отражающая определение значения мощности, имеет следующий вид: $P = I^2 \times Z$. Формула показывает, что при снижении электросопротивления мощность

так же будет снижаться и опасности перегрева для окружающих зуб тканей не будет.

Таким образом, для проведения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов, можно использовать только одноэлектродные диатермокоагуляторы. В связи с этим, для проведения исследований, нами была выбрана современная модель отечественного одноэлектродного диатермокоагулятора ДК – 35 МС, генерирующий переменный электрический ток высокой частоты 2640 кГц, имеющий выходное сопротивление 1,5 кОм.

При определении оптимальных параметров диатермокоагуляции мы исходили из того, что выделяющаяся при проведении этой процедуры тепловая энергия не должна травмировать окружающие корень зуба ткани, но при этом быть максимально эффективной в отношении подавления жизнедеятельности патогенных микроорганизмов в корневых каналах зубов. Данная задача была реализована за счет экспериментального исследования, которое состояло из двух этапов. Первый этап был посвящен определению параметров одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции не способных вызвать нагрев, окружающих корень зуба периодонт и кость альвеолы. Этот этап был проведен на 12 свежееудаленных, ранее не подвергавшихся эндодонтическому лечению однокорневых одноканальных зубах.

При проведении экспериментального исследования моделировали диатермокоагуляцию в корневых каналах подготовленных удаленных зубов с использованием одноэлектродного диатермокоагулятора ДК – 35 МС. Подготовленный зуб располагали на марлевой салфетке, предварительно пропитанной физиологическим раствором, под которой находилась металлическая пластина. Диатермокоагуляцию в корневом канале осуществляли с помощью корневой иглы, вставленной в электрододержатель. При проведении диатермокоагуляции электрод-корневая игла располагался в корневом канале на всем его протяжении от устья до физиологической верхушки корня зуба. Продолжительность процедуры составляла 3 секунды. Исследовали шесть параметров настройки диатермокоагулятора. Для определения параметров

диатермокоагуляции, не способных вызвать нагрев окружающих зуб тканей, в ходе экспериментального исследования при проведении диатермокоагуляции изучали изменение температуры наружной поверхности корня исследуемого зуба в ходе проведения этой процедуры. Безопасными для окружающих тканей считали параметры диатермокоагуляции, при которых поверхность корня исследуемого зуба нагревалась не выше 36 градусов Цельсия.

Определение температуры наружной поверхности корня зуба осуществляли с помощью двух измерительных приборов, что давало возможность проводить двойной контроль изменения температуры.

Второй этап экспериментального исследования был посвящен определению оптимальных параметров диатермокоагуляции безопасных в отношении нагрева окружающих зуб тканей, но обладающих максимально выраженным антибактериальным действием в отношении патогенной микробиоты корневых каналов зубов. Исследовали три параметра, не вызывающих нагрев поверхности корня выше 36 градусов Цельсия, которые были установлены в результате первого этапа экспериментального исследования.

Экспериментальный микробиологический этап заключался в том, что сравнительная противомикробная эффективность этих параметров настройки диатермокоагулятора была исследована при проведении диатермокоагуляции в корневых каналах удаленных зубов. Диатермокоагуляцию проводили по описанной выше методике. Перед проведением диатермокоагуляции, в корневые каналы импрегнировали взвеси отдельных видов микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов при лечении пульпита. В эксперименте использовали 45 зубов, в которых эндодонтическое лечение ранее не проводилось. Корневые каналы удаленных зубов перед экспериментом были инструментально обработаны. Для обеспечения электропроводности твердых тканей зуба, близких к естественным, подготовленные зубы помещали в физиологический раствор на 24 часа. Осуществляли импрегнацию в корневые каналы представителей факультативно-анаэробных бактерий и грибов. Кокковая микробиота была представлена следующими видами: *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*,

Enterococcus faecalis. Использовали так же палочковидные микроорганизмы - *Escherichia coli* и представители грибковой микробиоты - *Candida albicans*. Обсемененность корневых каналов микроорганизмами определяли дважды: до, и после проведения диатермокоагуляции в разных режимах настройки параметров. Микробиологический материал из корневого канала получали с помощью стерильного бумажного абсорбера, номер 20, используемого при эндодонтическом лечении зубов. Посев микробиологического материала, полученного с помощью абсорбера, проводили по методике Гольда в модификации Мельникова-Царева.

Параметры настройки диатермокоагулятора признавали эффективными при достоверном снижении количества колоний, наблюдаемых на питательных средах после проведения диатермокоагуляции по сравнению с количеством колоний до проведения процедуры ($p < 0,05$)

После определения оптимальных параметров настройки диатермокоагулятора изучали дезинфицирующую эффективность высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при настройке аппарата с использованием этих параметров при эндодонтическом лечении зубов в клинике. Было проведено лечение 15 пациентов с диагнозом хронический пульпит и 15 пациентов с диагнозом хронический язвенный пульпит в возрасте от 18 до 65 лет, всего 30 пациентов. У всех пациентов после раскрытия полости, взятия мазка на контрольный посев и обеспечения доступа в канал проводили диатермокоагуляцию при оптимальных параметрах воздействия, выявленных на основании экспериментальных исследований, в течение 3 секунд. После проведения диатермокоагуляции проводили повторный забор из канала для определения состава микробиоты после воздействия тока высокой частоты.

С целью дезинфекции содержимого корневых каналов на сегодняшний день применяются два вида воздействий, которые за счет повышения температуры в корневом канале способны оказывать противомикробное действие. К таким видам относятся: применение переменного тока высокой частоты (диатермокоагуляции) и высокоинтенсивного лазерного излучения. В соответствии с существующими рекомендациями с этой целью можно использовать высокоэнергетическое

лазерное излучение инфракрасного диапазона, продуцируемое лазерными аппаратами разных типов, в том числе, светодиодных и эрбиевых.

Проведено экспериментальное исследование по определению дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий при эндодонтическом лечении зубов. При проведении экспериментального исследования использовали удаленные зубы, где ранее эндодонтическое лечение не проводилось. Было задействовано 120 удаленных зубов. Изучали дезинфицирующую эффективность одноэлектродной диатермокоагуляции и двух лазерных аппаратов разных типов, а именно эрбиевого лазера длиной волны 2940 нм, источником которого являлся аппарат Opus Duo (Израиль) и диодного с длиной волны 970 нм, источником которого являлся аппарат Doctor Smile (Италия). Для определения дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий, при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте использовали клинические штаммы факультативно анаэробных бактерий, полученных из корневых каналов зубов при пульпите и периодонтите, такие, как: *Streptococcus sanguis*, *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* и дрожжевых грибов *Candida albicans*.

С целью определения клинической эффективности высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов было проведено лечение 100 пациентов, разделенных в зависимости от методов лечения, включавших или нет применение высокочастотной одноэлектродной диатермокоагуляции, на две группы: основную, которая включала 25 пациентов с диагнозом хронический пульпит и 25 пациентов с диагнозом хронический язвенный пульпит. В этой группе при эндодонтическом лечении применяли диатермокоагуляцию при параметре воздействия - продолжительность импульса – 4, мощность – 4, что соответствует полезной мощности в 5.4 Вт, время воздействия – 3 секунды, так как именно этот режим воздействия будучи безопасным для окружающих зуб тканей, показал наибольшую дезинфицирующую эффективность при микробиологических исследованиях *in vitro* и *in vivo*.

Вторая группа, контрольная, также включала 25 пациентов с диагнозом хронический пульпит и 25 пациентов с диагнозом хронический язвенный пульпит. В этой группе при эндодонтическом лечении диатермокоагуляцию не проводили.

Эндодонтическое лечение проводилось согласно клиническим рекомендациям.

Эндодонтическое лечение пациентов контрольной группы не включало этап проведения диатермокоагуляции. После стандартной механической и медикаментозной обработки, корневые каналы, как и в первой группе, пломбировали методом латеральной конденсации холодной гуттаперчей с использованием силера Dentsply AN – plus производства США.

Обследование пациентов после лечения во всех группах проводили в первые две недели после пломбирования корневых каналов, а также через 6 месяцев и через 12 месяцев после лечения с контрольной рентгенограммой.

На основании проведенного двухэтапного экспериментального исследования можно сделать вывод о том, что оптимальными параметрами дозирования одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции 2,64 МГц, применяемой при эндодонтическом лечении зубов, обладающими наиболее выраженным антибактериальным эффектом, не вызывающими нагрев наружной поверхности корня зуба, является полезная мощность 5,4 Вт при проведении диатермокоагуляции в течение 3 секунд.

Антибактериальная эффективность определенного оптимального режима, где настройка продолжительности импульса находилась и настройка мощности находилась на 4 делении шкалы, что соответствовало полезной мощности 5.4 Вт, была изучена в клинических условиях у 30 пациентов при эндодонтическом лечении зубов с хроническим пульпитом и хроническим язвенным пульпитом. До проведения диатермокоагуляции из корневых каналов зубов в процентном соотношении были выделены следующие виды микробиоты: : *Enterococcus faecalis* у 63,6-72,7 % пациентов, *Streptococcus mutans* у 54,6-36,4 %, *Streptococcus sanguis* у 45,4-63,6 %, *Escherichia coli* – у 36,3-18,2 % высокочастотной одноэлектродной%, *Candida albicans* – у 18,2 % пациентов.

После проведения диатермокоагуляции в течение 3 секунд при параметрах настройки аппарата, описанных выше, в материале, полученном из корневых каналов зубов, не было выявлено ни одного представителя видов патогенной микробиоты, полученных до проведения этой процедуры, что подтвердило высокую антибактериальную эффективность данных параметров настройки диатермокоагулятора ДК – 35МС. Таким образом, клинико-лабораторное микробиологическое исследование подтвердило, что оптимальными параметрами дозирования одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции 2,64 МГц, являющимися безопасными для окружающих корень зуба тканей, то есть не способными нагревать наружную поверхность корня зуба выше 36,6⁰С, и обладающими выраженным антибактериальным эффектом являются режимы настройки аппарата, когда мощность отдаваемой в ткани в течение трёх секунд энергии не превышает 5,4 Вт.

Согласно результатам определения дезинфицирующей способности различных видов высокотемпературных воздействий, при эндодонтическом лечении зубов в эксперименте, в первой и второй группе в корневых каналах удаленных зубов, где обработку с целью дезинфекции проводили с помощью двух видов лазеров, достоверного уменьшения колониеобразующих единиц не наблюдалось практически у всех представителей патогенной микробиоты. Достоверное снижение количества наблюдалось лишь у одного вида - *Escherichia coli* после обработки корневого канала с помощью светодиодного лазера с длиной волны излучения 970 нм при втором параметре воздействия. Подводя итог изучения антибактериальной эффективности термической обработки проходимой части корневых каналов зубов с использованием различных видов энергии (световой и электрической), можно сделать вывод о том, что применение переменного тока высокой частоты обладает более выраженным противомикробным действием. Отсутствие выраженного эффекта, позволяющего подавлять жизнедеятельность микроорганизмов при использовании лазерного излучения разных длин волн, вероятно, связано с тем, что при использовании световодов не удастся добиться достаточной концентрации световой энергии,

способной вызвать дезинфицирующее тепловое действие на стенках корневого канала, где после введения микробной взвеси были сконцентрированы представители патогенной микробиоты.

При диатермокоагуляции используется преобразование энергии переменного электрического тока высокой частоты в тепловую энергию. Переменный электрический ток, проходя через корневую иглу, вставленную в корневой канал и являющуюся в данном случае электродом, во влажной среде корневого канала, где носителями зарядов являются ионы, благодаря большой плотности тока, дает возможность за счет повышения температуры, испарить воду и получить дезинфицирующий эффект по всей длине корневого канала, где находится электрод, что было выявлено в ходе проведенного экспериментального исследования.

Таким образом, из всех видов термических внутриканальных воздействий наибольшей антибактериальной эффективностью обладает одноэлектродная высокочастотная диатермокоагуляция с частотой 2,64 МГц. В экспериментальном микробиологическом исследовании отмечено достоверное снижение обсемененности корневых каналов после диатермокоагуляции частотой 2,64 МГц, в отношении всех исследуемых штаммов микроорганизмов ($p < 0,05$) в отличие от эрбиевого (2940 нм) и диодного (970) лазеров, при применении которых достоверного снижения обсемененности не наблюдалось. При этом, наибольшей антибактериальной эффективностью обладает высокочастотная одноэлектродная диатермокоагуляция при режиме настройки аппарата, когда мощность отдаваемой в ткани в течение трёх секунд энергии составляет 5,4 Вт.

Применение диатермокоагуляции в ранние сроки после эндодонтического лечения не увеличивало количество зубов, где возникала воспалительная реакция периодонта после пломбирования корневых каналов. В основной группе таких случаев было меньше по сравнению с контрольной, а воспалительная реакция исчезала быстрее.

Через 6 месяцев после лечения, в первой группе у всех пациентов жалобы отсутствовали, а во второй группе, в которой при эндодонтическом лечении диатермокоагуляция не применялась, процент осложнений составил 8%.

При клиническом обследовании первой группы через год ни один пациент жалоб не предъявлял. Объективно признаков обострения воспалительного процесса не было обнаружено. На рентгенограмме у трех пациентов данной группы, что составило 6%, наблюдалось расширение периодонтальной щели, у остальных – патологические изменения отсутствовали.

При клиническом обследовании второй группы, контрольной, через 12 месяцев после лечения, жалобы на дискомфорт в области зуба и болезненность при жевании были 1 пациента. При обследовании определялась болезненность при пальпации в области переходной складки в проекции этого зуба и значительная перкуторная реакция. Этому пациенту было проведено повторное эндодонтическое лечение. На рентгенограммах у пяти пациентов отмечалось расширение периодонтальной щели, но клинических проявлений обострения воспалительного процесса не было.

Применение одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов повышает эффективность лечения хронического пульпита. В группе, где применяли диатермокоагуляцию, периапикальные изменения отсутствовали у 92% пациентов, а в группе, где диатермокоагуляцию не использовали, периапикальные изменения отсутствовали в отдаленные сроки после лечения 80%.

На основании клинического исследования можно сделать вывод о том, что высокочастотная одноэлектродная диатермокоагуляция существенно повышает эффективность эндодонтического лечения, что является основанием для рекомендации ее использования при лечении хронических форм пульпита.

Особенность термических методов обработки корневых каналов заключается в том, что они позволяют обработать и дезинфицировать канал только в доступной проходимой его части. Но труднодоступные участки корневого канала, дельты, облитерации требуют дополнительных методов дезинфекции. Решить проблему

глубокой дезинфекции дентина, дельт корневых каналов зубов и облитераций, в том числе полных, можно только используя транспорт препаратов в корневую систему с помощью постоянного тока. Большой научный и практический интерес представляет изучение антибактериальной эффективности анодного растворения медных электродов для обработки каналов в тех случаях, когда канал облитерирован более чем на половину длины, так как медь, наряду с высокой антибактериальной активностью, обладает большей электрохимической растворимостью и электрофоретической подвижностью по сравнению, например, с серебром.

С целью изучения распределения соединений меди в системе облитерированного канала при внутриканальном анодном растворении медного электрода провели исследование в лабораторных условиях на 24 удалённых зубах с облитерированными каналами более половины длины корневого канала. Перед процедурой каждый корневой канал подвергали механической обработке, расширяя его по проходимости не менее 5 мм. При обработке корневого канала не использовали химически агрессивные вещества. Корневой канал промывали дистиллированной водой и смачивали изотоническим раствором хлорида натрия, после чего в него помещали специальный одножильный медный электрод, предназначенный для внутриканальных воздействий постоянным током.

Электрод состоит медного металлического проводника, помещенного в электроизоляцию. В изоляции находится весь электрод, за исключением его рабочей – активной части, где она отсутствовала на расстоянии 1 - 2 мм от торца проводника.

Электрод фиксировали в пройденной части облитерированного корневого канала с помощью временного светового материала.

Медный электрод подключали к плюсу источника тока, пассивный – к минусу. В качестве источника постоянного тока использовали аппарат «Поток - 1». Процедуры дозировали по количеству электричества, которое составляло 2,5 - 5 мА х мин.

После проведения процедуры изучали распределение в корнях зубов соединений и меди.

При 3-х кратном увеличении проводили осмотр наружной поверхности корня зуба.

Половину исследуемых зубов распиливали поперёк корня с помощью алмазного диска с применением водяного охлаждения в четырёх участках, а именно:

- 1 – верхняя треть корня, примыкающая к устью корневого канала;
- 2 – середина корня;
- 3 – нижняя треть корня, примыкающая к апикальной части;
- 4 – апикальная часть корня зуба.

Следующих 12 зубов разламывали поперёк корня в четырёх, описанных выше участках. Для этого на корне зуба с помощью алмазного диска делали поперечные насечки. Затем корни разламывали щипцами в области нанесённых насечек.

Полученные распилы и расколы корней зубов, а также рабочую-активную часть использованного медного электрода осматривали и изучали под микроскопом при суммарном 40 – 100 кратном увеличении.

При осмотре расколов и распилов зубов наблюдалось окрашивание дентина корня зуба на всю длину, практически на всем их протяжении, наиболее интенсивного у электрода, но окрашивание снижалось, но визуализировалось у апекса. От корневого канала к поверхности корня. Соединения меди способны при облитерации проникать, импрегнировать дентин по всей длине канала.

В результате экспериментального исследования установлено, что при внутриканальном анодном растворении медного электрода в облитерированной части корневого канала и дентине апикальной области визуализируются соединения меди, что предполагает возможность использования внутриканального анодного растворения медных электродов при эндодонтическом лечении зубов с облитерированными корневыми каналами, где облитерация корневого канала составляет более половины длины корня зуба.

В ходе экспериментального исследования изучали антимикробное действие анодного растворения одножильных электродов из меди и меди, покрытой серебром, которые используются в эндодонтической практике при внутриканальных воздействиях постоянным током. Для проведения исследования использовали жидкие питательные среды, в которые помещали исследуемые микроорганизмы. После анодного растворения, изучаемого электрода, микроорганизмы в питательных средах подвергали автоматическому культивированию.

Исследование осуществляли на микроорганизмах, которые были высеяны из корневых каналов зубов при хроническом пульпите. Причем, это были как отдельные изоляты грибов и бактерий: *S. constellatus*, *P. intermedia*, *C. albicans*, так и смешанные культуры микроорганизмов: 1) *S. constellatus* + *F. nucleatum*; 2) *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*.

Для культивирования микроорганизмов использовали биореактор «Реверс-Спиннер RTS-1» (BioSan, Латвия).

Для каждого эксперимента, отдельно, в стерильных пробирках объемом 5 мл, готовили бактериальную взвесь в общем количестве 4 мл. Оптическую плотность полученной взвеси, измеряли с помощью денситометра DEN-1B (BioSan, Латвия), и для всех образцов она составляла $0,5 \pm 0,3$ ЕД Mcf, что в пересчете на КОЕ – $1,5 \times 10^8$ в 1 мл.

При постановке каждого эксперимента проводили культивирование в нескольких разных параллелях.

Для культивирования микроорганизмов в биореакторе использовали центрифужные пробирки объемом 50 мл, в которые помещали 20 мл питательной среды и 1 мл микробной взвеси.

При изучении эффективности подавления жизнедеятельности микроорганизмов с помощью анодного растворения одножильного медного провода, покрытого серебром, в пробирку помещали два таких провода.

На одном проводе тефлоновая изоляция была удалена на расстоянии 10 мм, а на другом на 2 мм от кончика электрода. Электрод, освобожденный от изоляции

на 2 мм, являлся анодом и располагался на дне пробирки. Второй электрод являлся катодом и был полностью погружен зачищенной частью в питательную среду в верхней части пробирки (Рисунок 5).

При изучении эффективности подавления жизнедеятельности микроорганизмов с помощью анодного растворения одножильного медного провода, не покрытого серебром, в пробирку помещали два таких провода.

На одном проводе тефлоновая изоляция была удалена на расстоянии 10 мм, а на другом на 2 мм от кончика электрода. Электрод, освобожденный от изоляции на 2 мм, являлся анодом и располагался на дне пробирки. Второй электрод являлся катодом и был полностью погружен зачищенной частью в питательную среду в верхней части пробирки (Рисунок 6).

Для подачи постоянного тока использовалось устройство «ПоТок» производства «Каскад-ФТО, Россия».

Анодное растворение электродов при проведении экспериментальных исследований дозировали по количеству электричества, которое во всех случаях составляло 5 мА x мин. После завершения процесса анодного растворения исследуемых электродов, электроды извлекали из пробирок, а сами пробирки размещали в биореакторе, после чего запускался процесс автоматического культивирования. Экспериментальное исследование противомикробного действия анодного растворения медных и серебряно-медных электродов, применяемых при эндодонтическом лечении зубов, осуществляли с использованием жидких питательных средств и применением автоматического культивирования микроорганизмов.

Исследование осуществляли на микроорганизмах, которые были высеяны из корневых каналов зубов при хронических пульпитах. Причем, это были как отдельные изоляты дрожжевых грибов и бактерий: *S. constellatus*, *P. intermedia*, *C. albicans*, так и смешанные культуры микроорганизмов: 1) *S. constellatus* + *F. nucleatum*; 2) *Streptococcus sanguis* + *Enterococcus faecium*.

Анализ развития культуры *S. constellatus* с применением анодного растворения электродов, содержащих серебро и медь (Ag + Cu) в одном

эксперименте, и электродов, содержащих только медь (Cu), в другом, показал, что наблюдалось заметное замедление начала экспоненциального роста клеток в обеих пробах, задержка составила 6 и 8 часов соответственно.

результаты экспериментального исследования по изучению противомикробной эффективности применения анодного растворения одножильного медного провода, покрытого серебром и одножильного медного провода, не покрытого серебром, показали, что оба воздействия способны подавлять жизнедеятельность микроорганизмов, полученных из корневых каналов зубов при хронических формах пульпита. Причем этот эффект проявляется как в отношении отдельных патогенных штаммов микроорганизмов, так и в отношении смешанных культур.

Несмотря на то, что анодное растворение обоих электродов, применяемых для внутриканальных воздействий постоянным током, носило, в целом, сходный и однонаправленный характер, их эффективность в отношении исследуемых культур имело отличия. Анодное растворение медного электрода показало более выраженный противомикробный эффект в отношении большинства исследуемых одиночных штаммов микроорганизмов и в отношении всех исследуемых смешанных культур. Анодное растворение серебряно-медного электрода, по сравнению с медным, было более эффективно только в отношении штамма *P. Intermedia*.

Результаты экспериментального микробиологического исследования свидетельствуют о том, что при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами, для дезинфекции системы корневых каналов наряду с серебряно-медными электродами, которые в настоящее время применяются при апекс-форезе, можно использовать медные электроды, внутриканальное растворение которых может обеспечить выраженное противомикробное действие.

Было проведено обследование и лечение 100 больных с хроническими формами пульпита в зубах с корневыми каналами, облитерированными более чем на половину длины корня зуба. В рамках комплексной терапии у всех больных использовали трансканальные процедуры с применением постоянного тока. У всех

пациентов перед началом лечения проводили электроодонтодиагностику для подтверждения диагноза и выявления оставшейся витальной инфицированной пульпы в непроходимых участках корневых каналов зубов.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода трансканального лечения с использованием постоянного тока. Для всех методов трансканального воздействия использовался аппарат "ПоТок" (производство "Каскад-ФТО, Россия), который показан на Рисунке 8.\

В первой и второй группах применяли внутриканальное анодное растворение электродов: в первой группе, состоящей из 50 пациентов, использовали медные электроды, а во второй группе, включающей 50 пациента, применяли серебряно-медные электроды.

В первой группе использовали медный электрод для внутриканального анодного растворения, который являлся одножильным медным проводом толщиной 0,13 мм, обернутым в фторопластовую (тефлоновую) оболочку с внешним диаметром 0,27 мм. Активная рабочая зона электрода на расстоянии 2 мм от его конца была освобождена от изоляции. Во второй группе использовался серебряно-медный электрод для аналогичных целей, состоящий из одножильного медного провода, покрытого серебром. Толщина серебряного покрытия составляет 3 мкм. Диаметр металлической части электрода 0,13 мм. Снаружи электрод покрыт фторопластовой (тефлоновой) изоляцией (диаметр электрода в изоляции 0,27 мм). Активная рабочая зона электрода на расстоянии 2 мм от его конца была освобождена от изоляции, как и в описанном выше электроде.

До проведения процедуры в зубах пациентов 1 и 2 групп, корневые каналы подвергали инструментальной обработке, добиваясь расширения канала по проходимости 5-7 мм. По окончании инструментальной обработки, каналы промывали дистиллированной водой. А перед размещением электрода их смачивали физиологическим раствором. Затем, в зависимости от групповой принадлежности, в корневой канал помещали медный (у больных 1 группы) или серебряно-медный электрод (у больных 2 группы).

При использовании электрода, его активная рабочая часть находилась возле облитерированной части корневого канала. В качестве вещества, препятствующего взаимодействию электрода с ротовой жидкостью, использовали временный фотоотверждаемый материал.

Во всех группах пассивный электрод по отношению к активному электроду располагали по продольной методике на коже предплечья руки. Активный электрод, расположенный в зубе, во всех группах подключали к плюсу источника тока, пассивный, расположенный на предплечье руки, – к минусу.

Дозирование внутриканального анодного растворения электродов в первой и во второй группах осуществляли по количеству электричества. Для каждого корневого канала доза воздействия была 5 мА х мин. После завершения электропроцедур, в каждой из групп проводилось пломбирование частично облитерированных корневых каналов. Корневые каналы по проходимости заполнялись пломбировочным материалом с использованием в качестве силера пасты AN Plus (Dentsply).

С целью определения влияния на микробиоту корневых каналов зубов внутриканального анодного растворения медных электродов при лечении хронических форм пульпита, микробиологический материал, полученный из корневых каналов зубов, у больных первой группы изучали дважды – до и после внутриканальной процедуры с использованием постоянного тока.

До начала лечения бактериологический анализ показал наличие разнообразных бактерий, включая стрептококки и стафилококки. В частности, *Str. sanguis* обнаружен у 35% пациентов, *Str. mutans* – у 24%, *Str. salivarius* – у 18%, *S. constellatus* – у 21%, *St. epidermidis* – у 12%. Бактерии из группы кишечных палочек также были выделены из корневых каналов: *Enterococcus faecium* встречался у 32% пациентов, *Enterococcus faecalis* – у 12%, *E. coli* – у 21%. Присутствие микроорганизмов, связанных с заболеваниями пародонта, также было замечено: *P. intermedia* у 21% пациентов, *F. nucleatum* – у 18%, *P. gingivalis* – у 12%, *T. denticola* – у 6%. Кроме того, наряду с указанными выше микроорганизмами, были обнаружены дрожжеподобные грибы рода кандиды – *C. albicans* у 12% больных.

Анодное растворение одножильных медных электродов, вставленных в корневые каналы зубов, при лечении хронических форм пульпита продемонстрировало высокую дезинфицирующую эффективность.

В материале, полученном из корневых каналов зубов после проведения электропроцедуры, у всех 34 пациентов первой группы не было обнаружено ни одного вида патогенных микроорганизмов, которые были выявлены в материале, полученном у этих больных, до лечения.

Данные клинико-лабораторного исследования полностью согласуются с данными экспериментального исследования и подтверждают высокую антибактериальную эффективность анодного растворения одножильных медных электродов внутри корневых каналов при лечении хронических форм пульпита.

Ближайшие результаты лечения оценивали в течение двух недель после пломбирования корневых каналов. В эти сроки у всех пациентов исследуемых групп жалобы отсутствовали. Постпломбировочные боли отсутствовали. Перкуссия зубов была безболезненной. Воспалительные явления, такие как гиперемия и отек окружающих тканей, не наблюдались.

Результаты лечения анализировали также через 6 и 12 месяцев после процедуры пломбирования каналов. В эти периоды проводили оценку жалоб пациентов, анализ клинических данных, указывающих на воспалительные процессы, а также изучение рентгеновских снимков, которые помогали оценить состояние тканей вокруг верхушки корня зуба.

Лечение считалось успешным, если в течение периода наблюдения не наблюдалось жалоб, воспалительных признаков или патологических изменений в тканях периодонта.

Анализ клинических результатов лечения показал, что клиническая эффективность, проведенных лечебных мероприятий, через 6 месяцев после их окончания в исследуемых группах имело отличия. Об этом свидетельствовал процент осложнений. В первой группе он составил 3%, во второй – 9%.

В результате обследования, проведенного через год после лечения, в первой группе, где корневые каналы были обработаны методом внутриканального

анодного растворения с использованием медного электрода, у двух пациентов вертикальная перкуссия зубов сопровождалась незначительной болезненностью.

В ходе рентгеновского исследования у этих пациентов были зафиксированы патологические изменения в периодонте. У одного было обнаружено расширение периодонтальной щели, в то время как у другого был выявлен очаг разрежения костной ткани размером до 2 мм. У других обследованных, входивших в первую группу, в периапикальной зоне патологические изменения не были обнаружены. Отсутствовали какие-либо жалобы или признаки воспаления.

Через год после лечения пациентов с хроническими формами пульпита в зубах с корневыми каналами, облитерированными более чем на половину длины корня зуба, где применялось внутриканальное анодное растворение медного электрода, результаты лечения можно было признать неудовлетворительными лишь у двух больных, что составило 6% от общего количества пациентов этой группы.

Анализ клинических результатов лечения показал, что клиническая эффективность, проведенных лечебных мероприятий, через 6 месяцев после их окончания в исследуемых группах имело отличия. Об этом свидетельствовал процент осложнений. В первой группе он составил 3%, во второй – 9%.

В результате обследования, проведенного через год после лечения, в первой группе, где корневые каналы были обработаны методом внутриканального анодного растворения с использованием медного электрода, у двух пациентов вертикальная перкуссия зубов сопровождалась незначительной болезненностью.

В ходе рентгеновского исследования у этих пациентов были зафиксированы патологические изменения в периодонте. У одного было обнаружено расширение периодонтальной щели, в то время как у другого был выявлен очаг разрежения костной ткани размером до 2 мм. У других обследованных, входивших в первую группу, в периапикальной зоне патологические изменения не были обнаружены. Отсутствовали какие-либо жалобы или признаки воспаления.

Таким образом, анализ клинических результатов лечения показал, что клиническая эффективность, проведенных лечебных мероприятий, через 6 месяцев

после их окончания в исследуемых группах имело отличия. Об этом свидетельствовал процент осложнений. В первой группе он составил 3%, во второй – 9%.

В результате обследования, проведенного через год после лечения, в первой группе, где корневые каналы были обработаны методом внутриканального анодного растворения с использованием медного электрода, у двух пациентов вертикальная перкуссия зубов сопровождалась незначительной болезненностью.

В ходе рентгеновского исследования у этих пациентов были зафиксированы патологические изменения в периодонте. У одного было обнаружено расширение периодонтальной щели, в то время как у другого был выявлен очаг разрежения костной ткани размером до 2 мм. У других обследованных, входивших в первую группу, в периапикальной зоне патологические изменения не были обнаружены. Отсутствовали какие-либо жалобы или признаки воспаления.

Таким образом, через год после лечения пациентов с хроническими формами пульпита в зубах с корневыми каналами, облитерированными более чем на половину длины корня зуба, где применялось внутриканальное анодное растворение медного электрода, результаты лечения можно было признать неудовлетворительными лишь у двух больных, что составило 6% от общего количества пациентов этой группы.

Во второй группе через год после проведения внутриканального анодного растворения серебряно-медного электрода, с последующим пломбированием корневого канала по проходимости, болевая реакция при вертикальной перкуссии зубов наблюдалась у четырех больных.

В ходе рентгеновского исследования у этих пациентов были зафиксированы патологические изменения в периапикальной области. У двух было обнаружено расширение периодонтальной щели, в то время как у двух других были выявлены очаги разрежения костной ткани размером до 2 мм (Рисунок 30а, 30б). У других обследованных, входивших во вторую группу, по данным клинического и рентгенологического обследования, отрицательной динамики не наблюдалось.

Следовательно, через год после лечения во второй группе у 4 пациентов были зафиксированы неудовлетворительные результаты, что составило 12% от общего количества больных этой группы.

При сопоставлении количества осложнений в группах через год отмечается, что во второй группе, где применяли внутриканальное анодное растворение серебряно-медного электрода, неудачные исходы лечения наблюдались в два раза реже чем в третьей группе. При этом, в первой группе, где применяли внутриканальное анодное растворение медного электрода, лечение можно было признать неудачным в три раза реже чем в третьей группе.

Таким образом, наиболее эффективным было лечение в первой группе, где через год после лечения его результаты можно было признать успешными у 94% больных. Во второй исследуемой группе количество удачных исходов лечения было ниже и составило 88%.

Подводя итог клиническому анализу результатов лечения в ближайшие и отдаленные сроки, можно сделать вывод о том, что применение внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении больных с хроническими формами пульпита в зубах, с корневыми каналами облитерированными более чем на половину длины корня зуба, позволяет повысить эффективность лечебных мероприятий, способствует предотвращению развития хронического периодонтита и подтверждает целесообразность и необходимость применения данного вида трансканального воздействия постоянным током при эндодонтическом лечении зубов с облитерированными корневыми каналами.

Оценка корреляции различных параметров от диагностики до результатов лечения предоставила ценную информацию о совершенствовании лечебных подходов, включая такое актуальное направление, как физиотерапия, в том числе, изучение данного вида воздействия на микроорганизмы. Анализ поэтапного назначения физических методов согласно этиологическим факторам и патофизиологии различных патологических состояний пульпы зубов позволил систематизировать показания к применению дополнительных аппаратных методов лечения в терапевтической стоматологии и на основании комплексного

применения инновационных физических аппаратных методов при диагностике и лечении патологических состояний пульпы зуба разработать алгоритм, систему профилактики осложнений. Согласованное и последовательное применение физических факторов с диагностической и лечебной целью на всех этапах лечения осложнений кариеса зубов позволяет повысить эффективность лечения, обеспечивающего высокое качество и долгосрочный результат лечебных мероприятий и профилактики осложнений, что имеет большое научное и практическое значение для современной стоматологии.

ВЫВОДЫ

1. Для определения состояния пульпы зуба в настоящее время используются четыре формы тока, а именно: постоянный импульсный прямоугольной формы, импульсный переменный синусоидальный, возрастающий и затухающий по амплитуде, переменный ток прямоугольной формы частотой 50 Гц; и переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц

2. Наибольшей диагностической ценностью при исследовании состояния пульпы зуба обладает переменный синусоидальный ток частотой 50 Гц.

3. Использование зубной пасты гигиенической, содержащей кальций в качестве контактной среды при проведении электроодонтодиагностики наиболее эффективно снижает контактное электросопротивление по сравнению с изотоническим раствором хлорида натрия, водопроводной водой и токопроводящим силиконом. При использовании пасты модуль комплексного электросопротивления составил 2900 ± 300 , тогда как при использовании изотонического раствора хлорида натрия модуль комплексного сопротивления был 3038 ± 412 , водопроводной воды 2975 ± 350 и токопроводящей силиконовой трубки 3463 ± 12 .

4. Выраженным антибактериальным действием при случайном вскрытии пульпы обладает местная озонотерапия с концентрацией озона $0,261 \text{ мг/ м}^3$ производительностью 2 л/мин в течение 1 минуты.

5. На основании изучения биоматериалов, полученных при проведении экспериментального исследования, установлено, что при случайном вскрытии пульпы зуба применение местной озонотерапии в течение 1 минуты при концентрации озона в озоно-воздушной смеси $0,261 \text{ мг/ м}^3$ и производительности озоногенератора 2 л/мин увеличивает регенераторные возможности пульпы зуба, проявление чего можно увидеть на гистологических препаратах в формировании неравномерной плотности третичного дентина на 14 сутки после обдувания озоновоздушной смесью и образованием дентинных мостиков в пульпе зуба в зоне травмы на 35 день после обдувания озоновоздушной смесью.

6. Применение озонотерапии повышает эффективность сохранения жизнеспособности пульпы зуба при ее случайном вскрытии, что доказано полным сохранением жизнеспособности пульпы у 100% пациентов в группе, где применяли озонотерапию, что в 1,25 раза статистически достоверно выше, чем в группе, где не применяли озонотерапию, (положительный результат в 80% случаев).

7. Оптимальными параметрами дозирования одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции 2,64 МГц, применяемой при эндодонтическом лечении зубов, обладающими выраженным антибактериальным эффектом и являющимися безопасными для окружающих корень зуба тканей, то есть не способными нагревать наружную поверхность корня зуба выше 36°C , являются режимы настройки аппарата, когда мощность отдаваемой в ткани в течение трёх секунд энергии не превышает 5,4 Вт. в течение 3 секунд.

8 Из всех видов термических внутриканальных воздействий наибольшей антибактериальной эффективностью обладает одноэлектродная высокочастотная диатермокоагуляция с частотой 2,64 МГц. В экспериментальном микробиологическом исследовании отмечено достоверное снижение обсемененности корневых каналов после диатермокоагуляции частотой 2,64 МГц, в отношении всех исследуемых штаммов моно и смешанных культур микроорганизмов ($p < 0,05$), в отличие от эрбиевого (2940 нм) и диодного (970 нм), при применении которых достоверного снижения обсемененности не наблюдалось.

9. Применение одноэлектродной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов повышает эффективность лечения хронического пульпита. В группе, где применяли диатермокоагуляцию, периапикальные изменения отсутствовали у 92% пациентов, а в группе, где диатермокоагуляцию не использовали, периапикальные изменения отсутствовали в отдаленные сроки после лечения 80%.

10. Микробиологическое исследование противомикробной эффективности внутриканального анодного растворения медных электродов показало высокую антибактериальную эффективность. Экспериментальное исследование выявило

антибактериальный эффект анодного растворения медных электродов в отношении всех исследованных, как моно, так и смешанных культур, полученных из корневых каналов зубов. Клиническое исследование показало, что до проведения процедуры внутриканального анодного растворения медного электрода в корневых каналах выявлялись ассоциации различных видов микроорганизмов, которые были представлены стрептококками и стафилококками, бактериями, относящимися к кишечной группе, пародонтопатогенам, грибам рода кандиды. Повторное бактериологическое исследование, проведённое после внутриканального анодного растворения медного электрода, не выявило ни одного вида патогенных микроорганизмов, обнаруженных в корневых каналах до лечения.

11. В результате экспериментального исследования установлено, что при внутриканальном анодном растворении медного электрода в облитерированной части корневого канала и дентине апикальной области визуализируются соединения меди.

12. Применение внутриканального анодного растворения медного электрода при лечении больных с хроническими формами пульпита в зубах с облитерированными корневыми каналами показало высокую клиническую эффективность. У 86 % больных через год после лечения отсутствовали патологические периапикальные изменения в верхушечной части корня.

13. Обоснована и сформулирована концепция согласованного и последовательного применения аппаратных методов диагностики и лечения при различных видах патологии пульпы зуба: электроодонтодиагностики, озонотерапии, диатермокоагуляции, анодного растворения медного электрода в зависимости от этиопатофизиологических факторов и особенностей анатомии зубной корневой системы, позволяющая осуществлять профилактику осложнений при различных видах патологии пульпы зуба, повышать эффективность лечения и снижать необходимость повторного эндодонтического вмешательства не менее чем в 86% случаев.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для обеспечения профилактики осложнений, и с целью повышения эффективности лечебных мероприятий при различных видах патологии пульпы зуба необходимо использовать концепцию согласованного и последовательного применения аппаратных методов диагностики и лечения.

2. Электроодонтодиагностику необходимо применять на всех этапах лечения различных видов патологии пульпы зуба с целью постановки верного диагноза и контроля эффективности проводимых лечебных мероприятий.

3. Для определения состояния пульпы зуба необходимо использовать аппараты электроодонтодиагностики, продуцирующие переменный электрический ток синусоидальной формы частотой 50 Гц.

4. При проведении электроодонтодиагностики для снижения контактного электросопротивления в качестве контактной среды необходимо использовать гигиеническую зубную пасту, содержащую кальций.

5. При случайном вскрытии пульпы перед установкой лечебной прокладки и пломбы рекомендуется использовать озонотерапию с помощью озоногенератора, производящего озono-воздушную смесь за счет коротковолнового ультрафиолетового излучения.

6. При случайном вскрытии пульпы перед установкой лечебной прокладки и пломбы рекомендуется использовать местную озонотерапию в течение 1 минуты при концентрации озона в озono-воздушной смеси $0,261 \text{ мг/м}^3$ и производительности озоногенератора 2 л/мин.

7. После случайного вскрытия пульпы обследование пациентов с целью контроля эффективности проводимого лечения с помощью электроодонтодиагностику необходимо проводить через сутки после проведения лечения, а также спустя 14 дней, 2, 6 и 12 месяцев.

8. Для дополнительной антибактериальной обработки проходимой части корневого канала необходимо использовать одноэлектродную высокочастотную

диатермокоагуляцию с частотой 2,64 МГц и отдаваемой в ткани мощностью 5,4 Вт при проведении диатермокоагуляции в течение 3 секунд.

9. Пломбирование канала после проведения диатермокоагуляции необходимо осуществить сразу после процедуры диатермокоагуляции.

10. Перед антибактериальной обработкой облитерированной части корневого канала необходимо проводить электроодонтодиагностику для контроля девитализации пульпы в зоне облитерации.

11. Для антибактериальной обработки облитерированной части корневого канала необходимо использовать процедуру внутриканального анодного растворения медного электрода с помощью постоянного тока, обеспечив доступ в устье корневого канала одножильного медного электрода не менее чем 2-3 мм.

12. Процедуру внутриканального анодного растворения медного электрода с помощью постоянного тока необходимо проводить при количестве электричества от 2,5 до 5 мА х мин однократно.

13. После проведения внутриканального анодного растворения медного электрода необходимо запломбировать канал по проходимости в это же посещение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов, Т.В. Депо- и гальванофорез гидроксида меди-кальция в комплексном лечении хронического периодонтита в зубах с труднопроходимыми корневыми каналами : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Акимов Тимур Валерьевич ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2007. – 164 с.
2. Алёхина, О.В. Клинико-рентгенологическая оценка эффективности лечения апикального периодонтита с использованием физических факторов / О.В. Алёхина, Е.И. Беленова-Журочко, Н.В. Пронина // Вестник стоматологии. – 2011. – Т. 4, № 77. – С. 33-38.
3. Алибеков, К.М. Эффективность применения лечебной пасты на основе биокерамики из ультрадисперсного фторапатита кальция и бета-трикальций фосфата при лечении глубокого кариозного поражения зубов в эксперименте / К.М. Алибеков // Эндодонтия сегодня. – 2007. – № 1. – С. 40-42.
4. Алямовский, В.В. Метрические возможности апекс-локации и дентальной радиовизиографии / В.В. Алямовский, М.Ю. Макаrchук // Эндодонтия Today. – 2003. – № 3-4. – С. 28-31.
5. Амоев, Т.А. Исследование электровозбудимости зубов при неврите нижнего альвеолярного нерва с помощью различных видов тока / Т.А. Амоев // XIX Международная (XXVIII Всероссийская) Пироговская научная медицинская конференция студентов и молодых ученых : Сборник тезисов. – М., 2024. – С. 128.
6. Амхадова, М.А. Применения ботулинического токсина типа-а в комплексном лечении больных травматической нейропатией нижнего альвеолярного нерва после хирургического стоматологического вмешательства. Клинический случай / М.А. Амхадова, Е.В. Иванова, А.М. Кочарян // Госпитальная медицина: наука и практика. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 28-32.

7. Анатомия системы корневых каналов зубов нижней челюсти по данным конусно-лучевой компьютерной томографии / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Л.М. Хасханова [и др.] // Эндодонтия Today. – 2018. – № 4. – С. 50-52.
8. Анаэробная микрофлора корневых каналов зубов при хроническом апикальном периодонтите / А.А. Попова, К.А. Курихина, В.А. Кукушкин, Е.А. Кукушкина // Медицина завтрашнего дня : Материалы XV межрегиональной науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. – Чита, 2016. – С. 97-98.
9. Анаэробная микрофлора эндодонта в динамике лечения хронического апикального периодонтита / В.Л. Кукушкин, А.А. Дутова, Е.А. Кукушкина [и др.] // Эндодонтия Today. – 2018. – № 4. – С. 26-27.
10. Антанян, А.А. Гидрокись кальция в эндодонтии: обратная сторона монеты. Критический обзор литературы / А.А. Антанян // Эндодонтия today. – 2007. – № 1. – С. 59-69.
11. Антибактериальная эффективность анодного растворения различных видов электродов, применяемых для трансканальных воздействий постоянным током / Н.Ж. Дикопова, А.В. Царев, Е.В. Ипполитов [и др.] // Клиническая стоматология. – 2022. – Т. 25, № 4. – С. 26-33.
12. Антибактериальная эффективность лазерной обработки корневых каналов (Экспериментальное исследование) / А.Г. Волков, А.С. Носик, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Образование, наука и практика в стоматологии : сб. тр. 11-й Всерос. науч.-практ. конф. – СПб. : Человек, 2014. – С. 14-15.
13. Антибактериальная эффективность различных видов трансканального воздействия постоянным током / О.И. Ефанов, В.Н. Царев, А.Г. Волков [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2008. – № 2. – С. 38-42.
14. Антибактериальная эффективность различных способов термической обработки корневых каналов зубов в подростковом возрасте / Ф.Ю. Даурова, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2019. – Т. 19, № 3 (71). – С. 32-36.

15. Антибактериальное действие цинка при апексфорезе / О.И. Ефанов, В.Н. Царев, А.Г. Волков [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2012. – № 1. – С. 5-9.
16. Антоненко, М.Ю. Клинический анализ применения депофореза гидроокиси меди-кальция и внутриканального электрофореза нитрата серебра в эндодонтической практике / М.Ю. Антоненко, Е.А. Значкова // Современная стоматология. – 2015. – Т. 3, № 77. – С. 14.
17. Аппаратные методы диагностики и лечения заболеваний зубов / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, И.А. Сохова [и др.] // Учебное пособие по физиотерапии. – М. : РУДН, 2020. – 80 с.
18. Аппаратные методы лечения в стоматологии / И.М. Макеева, А.Г. Волков, Ф.Ю. Даурова [и др.] // Учеб. пособие. – М. : РУДН, 2017. – 112 с.
19. Аппаратурные методы диагностики и лечения заболеваний зубов / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, И.М. Макеева, И.А. Сохова // Учебное пособие. – М. : Изд. Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, 2016. – 62 с.
20. Арзуканян, А.В. Оптимизация протокола гигиенического ухода за полостью рта у пациентов с заболеваниями слизистой: специальность 14.01.14. «Стоматология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Арзуканян Алина Владимировна; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2021. – 134с.
21. Ахмедбаева, С.С. Применение озонированной с помощью коротковолнового ультрафиолетового излучения воды в комплексном лечении хронического генерализованного пародонтита: специальность 3.1.7. «Стоматология»: диссертация кандидата медицинских наук/ Ахмедбаева Севара Самир кизи; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2023. – 107с.
22. Ахмедбейли, П.А. Оценка эффективности лечения гиперчувствительности дентина после препарирования / П.А. Ахмедбейли // Клиническая стоматология. – 2019. – № 3(91). – С. 7-9.

23. Ахмедбейли, Р.М. Клинико-рентгенологическое обоснование эндодонтического лечения постоянных зубов с периапикальной деструкцией / Р.М. Ахмедбейли, Р.Э. Мамедзаде // Стоматология. – 2020. – Т. 99, № 1. – С. 33-37.
24. Бабина, К.С. Депофорез в стоматологии. Препараты меди-кальция для депофореза. Сравнение методов депофореза и апекс-фореза / К.С. Бабина, Р.И. Авдеев, Г.А. Аванесян // Физические процессы в биологических системах : Материалы Всероссийской науч. Интернет-конф. – 2014. – С. 4-7.
25. Баранцевич, Н.Е. Роль *Enterococcus faecalis* при апикальном периодонтите. Обзор / Н.Е. Баранцевич, Л.Ю. Орехова, Е.П. Баранцевич // Пародонтология. – 2021. – Т. 26. – № 4. – С. 275-283.
26. Беккожина, Г.Р. Клинические и электрометрические показатели состояния пульпы зуба при кариесе дентина / Г.Р. Беккожина // Вестник хирургии Казахстана. – 2014. – № 3. – С. 64-66.
27. 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.
28. Белокуров, Ю.Н. Озонотерапия гнойных ран / Ю.Н. Белокуров, В.М. Молодкин // Матер. II Всерос. научн.-практ. конф. «Озон в биологии и медицине». – Н. Новгород, 1998. – С. 29-30.
29. Белянин, И.И. Биологические и лечебные свойства озона / И.И. Белянин // Авторизированный аналитический обзор. – М., 1998. – 176 с.
30. Бердиева, Р.Р. Анализ ошибок первичного эндодонтического лечения зубов с хроническим периодонтитом / Р.Р. Бердиева, А.Б. Мамытова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – Т. 1, № 91. – С. 79-82.
31. Березин, К.А. Клинико-иммунологическая оценка эффективности эндодонтического лечения апикального периодонтита : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата

медицинских наук / Березин Кирилл Александрович ; Казанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Казань, 2015. – 148 с.

32. Биологический метод лечения пульпы зуба при помощи универсальных препаратов / А.Б. Барышева, Ш.У. Темирбекова, О.А. Жунусова [и др.] // Стоматологический вестник. – 2007. – № 3-4. – С. 13.

33. Биопленка в эндодонтии. Часть I. Свойства и методы изучения (Обзор литературы) / В.А. Румянцев, Е.Г. Родионова, А.В. Некрасов [и др.] // Эндодонтия Today. – 2018. – № 1. – С. 17-21.

34. Биопленка в эндодонтии. Часть II. Методы борьбы с биопленкой при эндодонтическом лечении зубов (Обзор литературы) / В.А. Румянцев, А.В. Некрасов, Д.А. Моисеев [и др.] // Эндодонтия Today. – 2018. – № 2. – С. 38-42.

35. Блинова, А.В. Деструктивные поражения апикального периодонта: достижения фундаментальной и прикладной науки в современных подходах к решению проблемы / А.В. Блинова, В.А. Румянцев // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2021. – Т. 9, № 3. – С. 471-480.

36. Борисенко, А.В. Изучение влияния препаратов с наночастицами золота на условно-патогенную микрофлору корневого канала / А.В. Борисенко, О.Б. Ткач, Е.М. Волощук // Современная стоматология. – 2013. – Т. 1, № 65. – С. 11.

37. Боровский, Е.В. Терапевтическая стоматология / Е.В. Боровский // Учебник для студентов мед. вузов. – М. : Мед. информ. агентство, 2007. – 804 с.

38. Браго, А.С. Применение МТА-содержащих препаратов при лечении начальных форм пульпита. Клинический случай / А.С. Браго, С.Н. Разумова, Ю.С. Козлова // Клиническая стоматология. – 2020. – № 3(95). – С. 128-131.

39. Бутаева, Н.Т. Антисептическая обработка корневых каналов с применением диодного лазера / Н.Т. Бутаева, И.М. Макеева, А.Ю. Туркина // Стоматология для всех. – 2008. – № 2. – С. 60-63.

40. Бутаева, Н.Т. Лечение осложнений кариеса с применением лазерной обработки корневых каналов зубов : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Бутаева

Наталья Таймуразовна ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2009. – 24 с.

41. Винниченко, Ю.А. Разработка и совершенствование методов эндодонтического лечения заболеваний пульпы и периодонта постоянных зубов : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Винниченко Юрий Алексеевич ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2001. – 344 с.

42. Винниченко, Ю.Л. Воспаление пульпы зуба / Ю.Л. Винниченко, Е.В. Иванова, В.С. Иванов. – М. : Медицинское информационное агентство, 2003. – 264 с.

43. Влияние анодного растворения различных видов электродов на антибактериальный эффект при трансканальных эндодонтических воздействиях постоянным током / А.В. Царев, Н.Ж. Дикопова, Е.В. Ипполитов [и др.] // Медицинский алфавит. – 2023. – № 1. – С. 28-32.

44. Влияние модулятора и ингибитора TLR4 на биохимические показатели пульпы резцов крыс / И.Г. Островская, С.С. Перцов, А.Ю. Абрамова, Т.П. Вавилова, А.В. Митронин, О.Г. Рубцова, К.В. Самусенкова, А.Д. Смирнова // Эндодонтия Today. – 2016. – Т. 14. – № 4. – С. 7-11.

45. Влияние различных лечебных паст на пульпу зуба при формировании глубокой полости в эксперименте / К.М. Алимбеков, В.В. Гемонов, Д.А. Ахмедханов [и др.] // Материалы VII ежегодного научного форума «Стоматология 2006». – М., 2006. – С. 68-71.

46. Внутрипульпарная венозная инъекция. Пилотное исследование / А.Ж. Петрикас, Е.В. Честных, Д.В. Медведев [и др.] // Эндодонтия Today. – 2021. – Т. 19, № 1. – С. 7-10.

47. Волков, А.Г. Применение аппарата "Мустанг-022" для лечения острой травмы зубов у детей / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6, № 4. – С. 25-26.

48. Волков, А.Г. Трансканальные воздействия постоянным током и лазеромагнитотерапия при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, А.Л. Шпилко // Лазерная медицина. – 2011. – Т. 15, № 2. – С. 101-а.

49. Волков, А.Г. Трансканальные воздействия постоянным током в эндодонтическом лечении зубов: 14.01.14. Стоматология: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Волков А.Г.; ГОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет Росздрава». – Москва, 2010. – 252 с.

50. Гиззатулина, Л.Л. Лечение глубокого кариеса и хронического фиброзного пульпита с использованием биоматериала аллоплант: специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Гиззатулина Лилия Лутфулловна ; Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Пермь, 2008. – 23 с.

51. Глухова, Е.А. Клинико-лабораторное обоснование эффективности эндодонтического лечения / Е.А. Глухова, Г.С. Межевикина // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 294-300.

52. Гончаренко, С.А. Исследование электровозбудимости пульпы зуба и диагностическая эндовидеомикромасиллотомия в диагностике патологических изменений верхнечелюстных пазух / С.А. Гончаренко, Ж.В. Захарова // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2012. – № 1-2(47-48). – С. 32-33.

53. Григорьева, Н.А. Клиническое обоснование выбора материала для лечения пульпита биологическим методом и методов витальной ампутации : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Григорьева Наталья Анатольевна ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени

А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2008. – 24 с.

54. Грудянов, А.И. Современные представления об этиологии, патогенезе и подходах к лечению эндодонто-пародонтальных поражений / А.И. Грудянов, М.К. Макеева, Н.В. Пятигорская // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – Т. 68, № 8. – С. 34-36.

55. Гуркина, Ю.А. Возможности современной стоматологии в лечении труднопроходимых корневых каналов / Ю.А. Гуркина, И.В. Корецкая // Молодежный инновационный вестник. – 2016. – Т. 5, № 1. – С. 156.

56. Даурова, Ф.Ю. Применение диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении: монография / Ф. Ю. Даурова, Д. И. Томаева, Н. Ж. Дикопова. — М.: РУДН, 2022. — 104 с. : ил.

57. Дежурко-Король, В.А. Клинико-лабораторное обоснование оптимизации протокола медикаментозной обработки корневых каналов при лечении хронического апикального периодонтита: специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Дежурко-Король Виктория Андреевна ; ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2019. – 133 с.

58. Денисова, Ю.Л. Диагностика и прогнозирование эндопериодонтита / Ю.Л. Денисова, Н.И. Росеник // Стоматолог. Минск. – 2019. – № 4(35). – С. 39-45.

59. Диагностика и лечение травматической невропатии тройничного нерва / М.М. Танащян, М.Ю. Максимова, П.А. Федин [и др.] // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2018. – Т. 12, № 2. – С. 22-26.

60. Диагностика травматических повреждений зубов у детей и подростков / С.Е. Орлова, Л.К. Иванова, В.В. Арыхова [и др.] // Актуальные проблемы медицины. – 2023. – Т. 46, № 2. – С. 144-154.

61. Диева, М.Б. Эффективность эндодонтического лечения методом депофореза с использованием «Медиксида» : специальность 14.01.14.

«Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Диева Марина Борисовна ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2005. – 22 с.

62. Дикопова, Н.Ж. Внутриканальное воздействие постоянным током с использованием серебряно-медного проводника при лечении пульпита: специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Дикопова Наталья Жоржевна ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2007. – 130 с.

63. Динамика показателей электропроводности твердых тканей зуба при лечении повышенной чувствительности комплексным препаратом, содержащим фторид калия и экдистерон / А.Н. Огнева, В.Н. Дармограй, С.И. Морозова, Е.С. Таболина // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2012. – № 1. – С. 116-119.

64. Дмитриева, Л. А. Применение ручного инструментария врачами-стоматологами на пародонтологическом приеме / Л. А. Дмитриева, В. В. Яшкова // Dental Forum. – 2015. – № 3. – С. 22-27.

65. Дмитриева, Л. А. Особенности современного алгоритма обследования и лечения пациентов с эндодонто-пародонтальными поражениями / Л. А. Дмитриева, В. В. Яшкова // Эндодонтия Today. – 2015. – № 4. – С. 34-37.

66. Дмитриева, Л.А. Терапевтическая стоматология. Национальное руководство / Л.А. Дмитриева, Ю.М. Максимовский. – М. : Гэотар-Медиа, 2009. – 912 с.

67. Дурново, Е.А. Обоснование использования озона в комплексном лечении флегмон лица и шеи : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Дурново Евгения Александровна ; Нижегородская государственная

медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Нижний Новгород, 1998. – 27 с.

68. Елизова, Л.А. Изменение электропроводимости дентина при лечении кариеса / Л.А. Елизова, Л.А. Дмитриева // Стоматология. – 2012. – № 2. – С. 30-32.

69. Ерганова, О.И. Возможности метода электрометрии твердых тканей зуба / О.И. Ерганова // Dental Forum. – 2013. – № 3. – С. 44-45.

70. Ерганова, О.И. Изучение физиологических особенностей твердых тканей и пульпы зуба у пациентов пожилого возраста / О.И. Ерганова // Сборник научных трудов XXXIX Итоговая научная конференция молодых ученых. – М. : МГМСУ, 2017. – С. 13-15.

71. Ерганова, О.И. Совершенствование методов комплексной диагностики состояния твердых тканей и пульпы зубов у лиц пожилого возраста : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ерганова Ольга Ивановна ; Башкирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Уфа, 2021. – 126 с.

72. Ефанов, О.И. Исследование изменения электросопротивления в ходе процедуры апекс-фореза при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами / О.И. Ефанов, А.Л. Шпилко // Dental Forum. – 2011. – № 5. – С. 39-40.

73. Ефанов, О.И. Распределение меди и серебра в тканях корня зуба при апекс-форезе и степень проводимости корневого канала / О.И. Ефанов, А.Г. Волков, В.В. Носов // Российский стоматологический журнал. – 2008. – № 5. – С. 7-10.

74. Ефанов, О.И. Физические методы диагностики и лечения в эндодонтии / О.И. Ефанов, А.Г. Волков // Клиническая стоматология. – 2005. – Т. 35, № 3. – С. 22.

75. Ефанов, О.И. Электроодонтодиагностика / О.И. Ефанов, А.Г. Волков // Учебное пособие. – М., 1999. – 22 с.

76. Ефанов, О.И. Эффективность и перспективы развития трансканальных воздействий постоянным током при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами / О.И. Ефанов, А.Г. Волков // Ортодонтия. – 2009. – Т. 3, № 47. – С. 32-37.

77. Жаворонкова, М.Д. "Сохранить пульпу возможно и реально" / М.Д. Жаворонкова // Маэстро стоматологии. – 2000. – № 2. – С. 41-42.

78. Зависимость показателей электроодонтометрии от конфигурации корневого канала / А.Ж. Петрикас, Е.В. Честных, А.Ю. Карпенков [и др.] // Эндодонтия Today. – 2022. – Т. 20, № 3. – С. 204-210.

79. Задорожный, Д.В. Повышение эффективности консервативного лечения больных деструктивными формами апикального периодонтита : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Задорожный Дмитрий Владимирович ; Тверской государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Тверь, 2022. – 200 с.

80. Зайцев, А.Б. Локальная озонотерапия в комплексном хирургическом лечении больных с хроническим остеомиелитом / А.Б. Зайцев // Нижегородский медицинский журнал. – 2003. – Приложение «Озонотерапия». – С. 207-208.

81. Заславская, Н.А. Опыт лечения остеонекрозов челюстей у пациентов, получающих антирезорбтивную терапию (бисфосфонаты, "Деносумаб") / Н.А. Заславская, А.Ю. Дробышев, А.Г. Волков // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. – 2014. – № 47. – С. 32-37.

82. Зорян, А.В. К выбору противовоспалительной терапии в эндодонтии / А.В. Зорян, Е.В. Зорян, Ф.Ю. Даурова // Эндодонтия Today. – 2016. – № 1. – С. 42-46.

83. Иванов, В.С. Воспаление пульпы зуба / В.С. Иванов, Ю.А. Винниченко, Е.В. Иванова. – М., 2003. – 178 с.

84. Изучение антисептических свойств препаратов, применяемых для антисептической обработки корневых каналов / А.В. Маконин, И.С. Копецкий, И.А. Никольская [и др.] // Медицинский алфавит. – 2021. – № 24. – С. 19-21.

85. Изучение влияния апекс-фореза на микрофлору корневых каналов зубов с помощью полимеразной цепной реакции / О. Ефанов, В. Царев, Е. Николаева [и др.] // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. – 2006. – Т. 5, № 2. – С. 36-40.

86. Изучение влияния разных видов трансканального воздействия постоянным током на микрофлору корневых каналов / А.Г. Волков, В.Ф. Прикулс, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 37-41.

87. Использование лазеротерапии после сложного удаления третьих нижних моляров / М.М. Меджидов, А.В. Лепилин, Я.А. Черненко [и др.] // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2021. – Т. 27, № 3. – С. 142-144.

88. Исследование антибактериальной активности апекс-фореза с использованием серебряно-медного электрода *in vitro* / О.И. Ефанов, В.Н. Царев, А.С. Носик [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2006. – № 4. – С. 1-6.

89. Исследование морфологии тканей пульпы при экспериментальном травматическом пульпите с применением низкоинтенсивной лазерной терапии. Пилотное исследование / А.С. Браго, С.Н. Разумова, Ю.С. Козлова, Н.А. Золотова // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25, № S3. – С. 73.

90. Исследование противомикробной эффективности термической обработки корневых каналов зубов / Ф.Ю. Даурова, Д.И. Томаева, С.В. Подкопаева, Ю.А. Таптун // Российский стоматологический журнал. – 2020. – Т. 24, № 4. – С. 202-205.

91. Исследование электровозбудимости зубов при неврите нижнего альвеолярного нерва с помощью различных видов тока / Т.А. Амоев, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология. – 2025. – Т. 104, № 2. – С. 11-14.

92. Кабанова, С.А. Изучение спектра микрофлоры и чувствительности к антибиотикам у больных гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области / С.А. Кабанова, А.К. Погоцкий // Актуальные вопросы стоматологии: Сб. тез. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения А.И. Евдокимова. – М., 2003. – С. 55–56.

93. Кавецкий, В.П. Показатели электроодонтометрии опорных зубов при изготовлении адгезивных волоконных конструкций / В.П. Кавецкий // Медицинские новости. – 2012. – № 8. – С. 68-70.

94. Каллагова, Д.Э. Особенности микрофлоры корневых каналов зубов у пациентов с хроническим апикальным периодонтитом в случае применения озонотерапии / Д.Э. Каллагова, Ф.С. Косаковский // Dental Forum. – 2013. – № 5. – С. 18.

95. Караммаева, М.Р. Соблюдение классических стандартов эндодонтии – залог успешного консервативного лечения деструктивных форм апикальных периодонтитов / М.Р. Караммаева, А.К. Аджиева // Эндодонтия Today. – 2014. - № 1 (29). – С. 63-66.

96. Кисткин, А.И. Эффективность озонотерапии и АУФОК в комплексном лечении больных с посттравматическими гнойно-воспалительными осложнениями : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Кисткин Андрей Иванович ; Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Саранск, 2009. – 16 с.

97. Клещенко, А.В. Особенности препарирования труднопроходимых корневых каналов в эндодонтической практике / А.В. Клещенко, В.М. Гринин // Эндодонтия Today. – 2009. – № 2. – С. 48-52.

98. Клинико-лабораторная оценка антибактериальной эффективности анодного растворения медных электродов при эндодонтическом лечении зубов с частично облитерированными корневыми каналами / Н.Ж. Дикопова, А.В. Царев, Е.В. Ипполитов [и др.] // Медицинский алфавит. – 2023. – № 30. – С. 56-60.

99. Клинико-рентгенологическая оценка анатомо-топографического строения корневых каналов зубов у пациентов разных возрастных групп / Н.Б. Петрухина, О.А. Зорина, О.А. Борискина [и др.] // Стоматология. – 2020. – Т. 99, № 5. – С. 32-37.

100. Клинические случаи. Повторное лечение корневых каналов. Извлечение отломков инструментов / С.В. Вайц, Ф.Ю. Даурова, Т.В. Вайц [и др.] // Эндодонтия Today. – 2016. – № 4. – С. 62-63.
101. Клиническая микробиология эндодонтии / У. И. Дугаров, М. Х. Шпагина, Ж. Х. Хочиева [и др.] // International Journal of Professional Science. – 2021. – № 11. – С. 49-54.
102. Когина, Э.Н. Микробиологическое исследование содержимого корневых каналов при хроническом апикальном периодонтите / Э.Н. Когина, Л.П. Герасимова, М.Ф. Кабирова, И.Н. Усманова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 328.
103. Когина, Э.Н. Оптимизация комплексного лечения хронического апикального периодонтита зубов : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Когина Элина Николаевна ; Башкирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Уфа, 2019. – 146 с.
104. Комплексное электросопротивление зубов и его роль при проведении электроодонтодиагностики / Т.А. Амоев, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология. – 2025. – Т. 104, № 2. – С. 11-14.
105. Компьютерное моделирование эндодонтического в молярах верхней и нижней челюсти / О.А. Соловьева, Ю.А. Винниченко, И.И. Сухарский, О.Ю. Винниченко // Стоматология. – 2015. – Т. 94, № 4. – С. 24-28.
106. Конторщикова, К.Н. Регуляторные эффекты озона / К.Н. Конторщикова // Нижегород. мед. журнал. – 2003. – Приложение «Озонотерапия». – С. 5-6.
107. Копецкий, И.С. Актуальность проблемы сохранения жизнеспособности пульпы / И.С. Копецкий, И.А. Никольская // Сб. работ XI Международного конгресса «Здоровье и образование в XXI веке». – М., 2010. – С. 170.
108. Копецкий, И.С. Актуальность разработки биологических методов лечения пульпы на современном этапе / И.С. Копецкий, И.А. Никольская //

Материалы всероссийского форума «Пироговская хирургическая неделя». – С.-Пт., 2010. – С. 837-840.

109. Коротких, Н.Г. Влияние озона на микробиологические характеристики ротовой жидкости у больных с переломами нижней челюсти / Н.Г. Коротких, О.В. Лазутиков, В.В. Дмитриев // Стоматология. – 2000. – № 2. – С. 20-21.

110. Картуков, И.Е. Разработка прогностических критериев при лечении глубокого кариеса и различных форм пульпита : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Картуков Игорь Евгеньевич ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 1997. – 17 с.

111. Костригина, Е.Д. Пульпит / Е.Д. Костригина, М.В. Лебедев // Учеб.-метод. пособие. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2023. – 132 с.

112. Кратчман, С.И. Закрытие перфораций и апексификация в одно посещение / С.И. Кратчман // Клиническая эндодонтия. – 2008. – Т. III, № 1,2. – С. 75-81.

113. Кукушкин, В.Л. Об электроодонтометрии различных анатомических групп зубов / В.Л. Кукушкин, Е.А. Кукушкина // Национальная школа челюстно-лицевой хирургии и имплантологии в Иркутске : Материалы XII Всерос. науч.-практ. конф. – Иркутск, 2021. – С. 95-97.

114. Куратов, И.А. Вакуумно-струйная ирригация корневых каналов при лечении хронического апикального периодонтита (клинико-экспериментальное исследование): специальность 14.01.14. «Стоматология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Куратов Игорь Анатольевич; Уральский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Екатеринбург, 2020. – 150 с.

115. Куратов, И. А. Обзор средств и методов ирригации корневых каналов зубов в процессе эндодонтического лечения / И. А. Куратов, М. О. Нагаева // Медицинская наука и образование Урала. – 2014. – Т. 15, № 4(80). – С. 142-145.

116. Ларичкин, И.О. Методы оценки чувствительности и витальности пульпы зуба / И.О. Ларичкин // Тверской медицинский журнал. – 2022. – № 4. – С. 18-22.

117. Ларичкин, И.О. Сравнительная оценка способов определения эффективности местной анестезии в стоматологии: специальность 3.1.7. «Стоматология»: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Ларичкин Илья Олегович ; Тверской государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Тверь, 2023. – 146 с.

118. Лечение, профилактика и исходы эндопародонтальных поражений: современный взгляд / Д.А. Моисеев, И.С. Копецкий, И.А. Никольская [и др.] // Клиническая стоматология. – 2023. – Т. 26, № 4. – С. 18-28.

119. Лобко, С.С. Гиперемия пульпы / С.С. Лобко, Л.А. Казеко // Учебно-метод. пособие. – Минск : БГМУ, 2006. – 15 с.

120. Логинова, Н.К. Лазерная доплеровская флоуметрия пульпы зуба (обзор литературы) / Н.К. Логинова, Т.В. Троицкая // Институт стоматологии. – 2006. – № 4. – С. 37-39.

121. Лоос, Ю.Г. Сравнительный анализ качества обработки резорбированного участка с помощью различных методов ирригации / Ю.Г. Лоос, И.М. Макеева // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2019. – № 8. – С. 184-188.

122. Лукиных, Л. М. Чувствительность к антимикробным препаратам микроорганизмов, ассоциированных с биопленками корневых каналов / Л. М. Лукиных, А. С. Кокунова, Н. В. Тиунова // Эндодонтия Today. – 2013. – № 1. – С. 67-70.

123. Лукиных, Л.М. Пульпит: клиника, диагностика и лечение / Л.М. Лукиных, Л.В. Шестопалова. – Нижний Новгород, 2004. – 87 с.

124. Луцкая, И.К. Хроническая травма постоянных зубов: диагностика и лечение / И.К. Луцкая, И.О. Белоиваненко // Современная стоматология. – 2018. – № 4. – С. 25-30.

125. Любомирский, Г.Б. Анализ клинического состояния тканей пародонта и электровозбудимости пульпы зубов у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом в динамике лазеротерапии / Г.Б. Любомирский // Стоматология для всех. – 2019. – № 1(86). – С. 22-30.

126. Любомирский, Г.Б. Изучение клинического состояния тканей пародонта и электровозбудимости пульпы зубов у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом в динамике озонотерапии и контактной дарсонвализации десен / Г.Б. Любомирский // Клиническая стоматология. – 2019. – № 2(90). – С. 39-41.

127. Любомирский, Г.Б. Клиническое состояние тканей пародонта и электрометрические показатели пульпы зубов у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом в динамике физиотерапевтического лечения / Г.Б. Любомирский // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2018. – Т. 22, № 4. – С. 402-414.

128. Ляшев, И.Н. Боль в клинической практике стоматолога: ускользящая простота / И.Н. Ляшев, Е.В. Екушева // РМЖ. – 2017. – № 24. – С. 1770-1774.

129. Майсигов, М.Н. Лабораторное исследование эффективности предобтурационной подготовки корневого канала с применением метода ФАД / М.Н. Майсигов, Ф.Ю. Даурова, З.С. Хабазе // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. – 2011. – № 2. – С. 83-87.

130. Максимова, М.Ю. Диагностика и лечение неврологических орофациальных болевых синдромов / М.Ю. Максимова // Российский журнал боли. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 5-12.

131. Манак, Т. Н. Микробиологические аспекты заболеваний пульпы и тканей периодонта / Т. Н. Манак // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2019. – № 1(33). – С. 21-27.

132. Манак, Т.Н. Комплексная диагностика и лечение заболеваний пульпы и апикального периодонтита (клинико-экспериментальное исследование) : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Манак Татьяна Николаевна ; Белорусский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Республики Беларусь. – Минск, 2015. – 42 с.

133. Манак, Т.Н. Строение апикальной констрикции при различных состояниях канально-корневой системы / Т.Н. Манак, К.Г. Ключко // Современная стоматология. – 2018. – № 4 (73). – С. 75-79.

134. Манучарян, Л.А. Характеристика воздействия диодного лазера низкой мощности на тест-штампы микроорганизмов в эксперименте *in vitro* с фотоактивируемой системой дезинфекции / Л.А. Манучарян, А.В. Митронин, Е.В. Иполлитов // Эндодонтия Today. – 2014. – № 1 (29). – С. 43-45.

135. Масленников, О.В. Руководство по озонотерапии / О.В. Масленников, К.Н. Конторщикова, И.А. Грибкова. – Н. Новгород, 2008. – 326 с.

136. Масычев, В.И. Введение в лазерную стоматологию / В.И. Масычев, С.И. Рисованный, О.Н. Рисованная. – Краснодар, 2004. – 42 с.

137. Месаф, Т. Оптимизация лечения хронических деструктивных форм периодонтита в стадии обострения, осложнённого верхнечелюстным синуситом : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Месаф Тактак ; Алтайский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Барнаул, 2007. – 24 с.

138. Методы диагностики нейропатии нижнего альвеолярного нерва / А.М. Кочарян, М.А. Амхадова, Е.В. Иванова [и др.] // Медицинский алфавит. – 2023. – № 1. – С. 33-38.

139. Микробиологическое исследование эффективности обработки корневого канала эрбиевым лазером / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Х.Б. Баракат [и др.] // Biomedical Photonics. – 2019. – Т. 8, № 4. – С. 11-16.

140. Микробиология и иммунология для стоматологов / Под ред. Р.Дж. Ламонта, М.С. Лантц, Р.А. Берне, Д.Дж. Лебланка; Пер. с англ. под ред. В.К. Леонтьева. – М. : Практическая медицина, 2010. – 504 с.

141. Микробиом полости рта / И.С. Копецкий, Л.В. Побожьева, А.И. Копецкая, Ю.В. Шевелюк // Российский медицинский журнал. – 2021. – Т. 27, № 4. – С. 365-372.

142. Микрофлора корневых каналов зубов в динамике лечения хронических форм апикального периодонтита / Л.А. Мозговая, И.И. Задорина, Л.П. Быкова, А.П. Годовалов // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2013. – Т. 9, № 3. – С. 447-449.

143. Микрофлора корневых каналов при хроническом апикальном периодонтите постоянных зубов с незавершенным развитием корня / М.Г. Чеснокова, В.И. Самохина, В.Д. Ландинова [и др.] // Стоматолог. – 2012. – № 1. – С. 37-41.

144. Миронова, В.В. Определение порога электровозбудимости пульпы при глубоком кариесе зубов / В.В. Миронова, О.В. Марцева, Ю.П. Марцев // Врач-аспирант. – 2014. – Т. 64, № 3. – С. 29-34.

145. Мирошин, С.Н. Результаты изучения сравнительной бактерицидности озонированных и неозонированных антисептиков / С.Н. Мирошин, Т.Н. Ладыгина // Озон в биологии и медицине : Тез. докл. II Науч.-практ. конф. – Н. Новгород, 1995. – С. 10.

146. 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.

147. Митронин, А.В. Оценка эффективности применения светодиодного лазера и фотоактивируемой терапии при эндодонтическом лечении / А.В. Митронин, Т.С. Беляева, А.А. Жекова // Стоматология. – 2016. – Т. 95, № 6-2. – С. 15-16.

148. Митронин, А.В. Современная методика ирригации системы корневых каналов / А.В. Митронин, А.Ш. Платонова, Т.С. Заушникова // Cathedra - кафедра. Стоматологическое образование. – 2015. – № 54. – С. 51-54.

149. Михейкина, Н.И. Электропроводность зубной эмали лиц с различной предрасположенностью к реализации кариеса как критерий оценки особенностей ее морфологии и текстуры / Н.И. Михейкина, И.Л. Горбунова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1 (часть 1). – С. 110-114.

150. Мороз, П.В. Эндодонтопародонтальные поражения: закономерности формирования и лечение : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Мороз Петр Валерьевич ; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Санкт-Петербург, 2018. – 243 с.

151. Морфологические особенности облитерированной системы корневых каналов / А.В. Пройская, Ю.А. Македонова, Е.И. Адамович [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2020. – № 1. – С. 18-21.

152. Московский, А.В. Морфофункциональная характеристика пульпы зуба и оценка иммунного статуса при кариесе, его осложнениях и заболеваниях пародонта : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Московский Александр Владимирович ; Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Саранск, 2010. – 264 с.

153. Мхоян, Г.Р. Удаление зубных отложений с помощью низкочастотного ультразвука и озонированной контактной среды при лечении катарального гингивита у лиц молодого возраста : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Мхоян Гоар Робертовна ; ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет). – Москва, 2022. – 120 с.

154. Насибянц, Н.В. Биофизические аспекты использования электроодонтометрии для оценки эффективности обезболивания в стоматологии / Н.В. Насибянц, А.С. Артюшкевич // Медэлектроника – 2014. Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии : сб. науч. ст. VIII Междунар. науч.-техн. конф. – Минск : БГУИР, 2014. – С. 81-83.

155. Насирова, Х.Б. Осложнения и пути их профилактики при эндодонтическом лечении зубов / Х.Б. Насирова // Современная стоматология. – 2014. – № 5 (74). – С. 6.

156. Невропатия тройничного нерва после ортогнатических операций / М.М. Танащян, М.Ю. Максимова, С.Ю. Иванов [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2020. – Т. 12, № 4. – С. 37-42.

157. Нигматуллин, В.Г. Применение биоматериала Аллоплант для стимуляции дентиногенеза / В.Г. Нигматуллин, В.Г.Гафаров // Материалы Всероссийского конгресса и Республиканской конференции стоматологов РБ «Внедрение новых технологий при лечении стоматологических заболеваний». – Уфа, 2007. - С.164-166.

158. Никольская, И.А. Актуальность разработки биологических методов лечения пульпы / И.А. Никольская // Сб. работ «Социальные аспекты современной Российской стоматологии: опыт, проблемы, пути решения». – Тверь, 2011. – С. 141.

159. Никольская, И.А. Изучение регенераторной способности пульпы зуба в экспериментальном исследовании / И.А. Никольская, И.С. Копецкий // DENTAL FORUM. – 2012. – № 5. – С. 102.

160. Никольская, И.А. Инновационные подходы к сохранению витальности пульпы зуба с использованием физиотерапевтических методов лечения / И.А. Никольская, И.С. Копецкий // Научно-практическая конференция «Аспирантские и докторантские чтения: Дерзания нового времени – поиск инноваций». – М., 2012. – С. 125-126.

161. Никольская, И.А. Инновационные подходы к сохранению витальности пульпы зуба с использованием физиотерапевтических методов лечения / И.А.

Никольская, И.С. Копецкий // Материалы третьей всероссийской конференции «Современные аспекты профилактики стоматологических заболеваний». // DENTAL FORUM. – 2011. – № 5. – С. 90-91.

162. Никольская, И.А. Исследование влияния озона в комплексном лечении ятрогенных форм пульпита биологическим методом в экспериментальных условиях / И.А. Никольская, А.Г. Волков, А.А. Третьяков // Материалы VIII Международной (XVII Всероссийской) Пироговской научной медицинской конференции студентов и молодых ученых. – М., 2013. – С. 118.

163. Никольская, И.А. Совершенствование биологических методов лечения ятрогенных форм пульпита в экспериментальных условиях / И.А. Никольская // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: медицина. – 2013. – № 1. – С. 100-102.

164. Никольская, И.А. Сохранение витальности пульпы с использованием физиотерапевтических методов лечения / И.А. Никольская // Вестник Российского Государственного медицинского университета. VI Международная Пироговская научная медицинская конференция студентов и молодых учёных. – М., 2011. – С. 194.

165. Никольская, И.А. Эффективность применения озона в комплексном лечении ятрогенного пульпита / И.А. Никольская, И.С. Копецкий, А.Г. Волков // Сборник трудов V научно-практической конференции молодых ученых с международным участием Стоматология XXI века. Эстафета поколений. – М., 2013. – С. 65-66.

166. Никольская, И. А. Применение методики использования озоно-воздушной смеси при лечении пациентов с диагнозом "глубокий кариес" / И. А. Никольская // VIII Всероссийская студенческая научно-практическая конференция в рамках олимпиады по стоматологическому мастерству : сборник научных публикаций, Москва, 26–27 ноября 2015 года / Российский университет дружбы народов ; отв. ред. Ф.Ю. Даурова. – Москва: Москва, 2016. – С. 11-14.

167. Никольская, И.А. Влияние озоно-воздушной смеси в сочетании с препаратами для прямого покрытия на регенерационную способность пульпы

зуба: 14.01.14. Стоматология: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Никольская Ирина Андреевна; ГБОУ ВПО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России. – Москва, 2014. – 170 с.

168. Новак, Н.В. Ушибы зуба / Н.В. Новак // Стоматолог. Минск. – 2021. – № 2(41). – С. 41-47.

169. Носов, В.В. Электрод-проводник внутриканальный / В.В. Носов, А.Г. Волков // Патент на изобретение RU 2239463 С1. – 10.11.2004.

170. Обеспечение успеха повторного эндодонтического вмешательства / Г.М. Барер, И.А. Овчинникова, В.А. Завьялова, В.Г. Маслий // Клиническая стоматология. – 2003. – № 2. – С. 38-40.

171. Обоснование алгоритмов антимикробной химиотерапии в комплексном лечении флегмон головы и шеи / Р.В. Ушаков, В.Н. Царев, Т.Г. Робустова, Е.В. Ипполитов, А.А. Лабазанов // Клиническая стоматология. – 2021. – Т. 24, № 3. – С. 69–76.

172. Обоснование оптимальных характеристик аппарата для проведения электроодонтодиагностики на основании изучения комплексного электросопротивления тканей зуба / А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, Т.А. Амоев [и др.] // Эндодонтия Today. – 2024. – Т. 22, № 2. – С. 144-147.

173. Обоснование применения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов / А.Г. Волков, Ф.Ю. Даурова, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология для всех. – 2018. – № 4. – С. 32-35.

174. Обследование стоматологического больного. Основные и дополнительные методы / А.И. Булгакова, А.Ш. Галикеева, И.В. Валеев [и др.] // Уч. пособие. – Уфа : Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздравсоцразвития России, 2012. – 87 с.

175. Овсепян, К.Т. Результаты клинико-иммунологического исследования влияния апекс-фореза в комплексном лечении хронического апикального периодонтита / К.Т. Овсепян // Российская стоматология. – 2016. – Т. 9, № 1. – С. 114.

176. Определение оптимальных параметров тока для проведения электроодонтодиагностики / И.М. Макеева, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Стоматология для всех. – 2018. – № 2. – С. 20-23.

177. Определение чувствительности *Enterococcus faecalis* к препаратам для медикаментозной обработки корневых каналов при лечении хронического апикального периодонтита / В.А. Дежурко-Король, И.М. Макеева, А.М. Семенов [и др.] // Стоматология для всех. – 2019. – № 2(87). – С. 26-29.

178. Определение эффективности антисептической обработки корневых каналов при хроническом апикальном периодонтите зубов / Э.Н. Когина, Л.П. Герасимова, М.Ф. Кабирова, И.В. Сероваткина // Качество оказания медицинской стоматологической помощи : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 102-106.

179. Опыт сочетанного лечения хронического апикального периодонтита с применением оперативных методов лечения / С.Н. Разумова, Е.И. Селифанова, А.С. Манвелян [и др.] // Эндодонтия Today. – 2017. – № 2. – С. 55-58.

180. Особенности использования тестов для определения витальности пульпы на примере электроодонтодиагностики у пациентов разных возрастных групп. Часть 2. Показатели электроодонтодиагностики у пациентов пожилого и старческого возраста / А.В. Севбитов, Ю.Л. Васильев, А.С. Браго, А.Е. Дорофеев // Клиническая стоматология. – 2016. – № 1(77). – С. 22-24.

181. Особенности первичной и повторной обращаемости за стоматологической помощью в частные медицинские организации / О.А. Соловьева, В.М. Гринин, И.В. Черкесов [и др.] // Стоматология. – 2017. – Т. 96, № 6-2. – С. 116-117.

182. Оценка антибактериальной активности апекс-фореза / О.И. Ефанов, В.Н. Царев, А.Г. Волков [и др.] // Стоматология. – 2006. – Т. 85, № 5. – С. 20.

183. Оценка безопасности и эффективности интралигаментарной анестезии при глубоком поражении зубов кариесом / Е.Н. Анисимова, Л.В. Першина, С.Н. Ермольев [и др.] // Институт стоматологии. – 2019. – № 2(83). – С. 22-25.

184. Оценка длины моляров нижней челюсти и расстояния от вершук моляров до важных анатомических образований по данным конуснолучевой томографии в различных возрастных группах / С.Н. Разумова, А.С. Браго, А.С. Манвелян [и др.] // Медицинский алфавит. – 2018. – Т. 4, № 34 (371). – С. 54-56.

185. Оценка результатов эндодонтического лечения зубов / С.Н. Разумова, А.С. Браго, Х. Баракат [и др.] // Эндодонтия Today. – 2020. – Т. 18, № 1. – С. 27-30.

186. Оценка чувствительности *Enterococcus faecalis* к растворам для ирригации корневых каналов зубов / В.А. Дежурко-Король, И.М. Макеева, А.М. Семенов [и др.] // Естественные и технические науки. – 2019. – № 3(129). – С. 81-85.

187. 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.

188. Ошибки и осложнения эндодонтического лечения и пути их устранения (Обзор литературы) / С.И. Гажва, В.А. Кучер, А.С. Лесков [и др.] // Уральский медицинский журнал. – 2011. – Т. 10, № 88. – С. 90-96.

189. Панахов, Н.А. Состояние пульпы зубов, препарированных под виниры / Н.А. Панахов, П.Ш. Абдуллаева // Эндодонтия Today. – 2018. – № 1. – С. 4-7.

190. Патент № 2252795 С1 Российская Федерация, МПК А61N 1/30, А61С 19/06. Способ локального направленного внутриканального воздействия (апекс-фореза) при эндодонтическом лечении зубов : № 2003133253/14 : заявл. 17.11.2003 : опубл. 27.05.2005 / О. И. Ефанов, В. В. Носов, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова. – EDN LLMDHZ.

191. Патент № 2407453 С1 Российская Федерация, МПК А61В 10/00. Способ определения степени повреждения нижнего альвеолярного нерва при дентальной имплантации : № 2009130169/14 : заявл. 06.08.2009 : опубл. 27.12.2010 / С. В. Сирак, Н. К. Нечаева ; заявитель Общество с ограниченной

ответственностью научно-производственное объединение "ФИТОДЕНТ". – EDN YGVDSN.

192. Патент № 2645657 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/00, А61С 19/04. Способ оценки эффективности обезболивания при выполнении амбулаторных стоматологических вмешательств : № 2017110702 : заявл. 30.03.2017 : опубл. 26.02.2018 / Е. Н. Анисимова, С. Т. Сохов, Н. Ю. Летунова [и др.]. – EDN SCXAZK.

193. Патент № 2645657 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/00, А61С 19/04. Способ оценки эффективности обезболивания при выполнении амбулаторных стоматологических вмешательств : № 2017110702 : заявл. 30.03.2017 : опубл. 26.02.2018 / Е. Н. Анисимова, С. Т. Сохов, Н. Ю. Летунова [и др.]. – EDN SCXAZK.

194. Патент № 2722567 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/00. Способ оценки электровозбудимости корневой пульпы постоянных многоканальных зубов после пульпотомии : № 2019123971 : заявл. 30.07.2019 : опубл. 01.06.2020 / О. А. Петрикас, А. Ж. Петрикас, А. А. Картошкин, О. Н. Журавлев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тверской государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации. – EDN GAYQJP.

195. Патент № 2740429 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/53. Способ неинвазивной молекулярно-биологической диагностики болезней пульпы : № 2020117789 : заявл. 29.05.2020 : опубл. 14.01.2021 / А. В. Митронин, Д. А. Останина, И. Г. Островская, Ю. А. Митронин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова" Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России). – EDN VTTSSN.

196. Патент № 2645657 С1 Российская Федерация, МПК А61В 5/00, А61С 19/04. Способ оценки эффективности обезболивания при выполнении амбулаторных стоматологических вмешательств : № 2017110702 : заявл.

30.03.2017 : опубл. 26.02.2018 / Е. Н. Анисимова, С. Т. Сохов, Н. Ю. Летунова [и др.]. – EDN SCXAZK.

197. Патент на полезную модель № 105169 U1 Российская Федерация, МПК А61N 1/00. электрод-проводник внутриканальный: № 2010145218/14 : заявл. 08.11.2010 : опубл. 10.06.2011 / В. Н. Сергеев, М. Я. Мирошников, Д. В. Мирошников ; заявитель общество с ограниченной ответственностью "КАСКАД-ФТО". – EDN KKBOGR.

198. Патент на полезную модель № 196560 U1 Российская Федерация, МПК А61С 19/00. Устройство для удаления зубных отложений с озонированием контактной среды : № 2019136770 : заявл. 15.11.2019 : опубл. 04.03.2020 / А. Г. Волков, И. М. Макеева, Н. Ж. Дикопова [и др.]; заявитель федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет) (ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – EDN PGRSCQ.

199. Перетягин, С.П. Механизмы лечебного действия озона при гипоксии / С.П. Перетягин // Тез. докл. I Всерос. Науч.-практ. конф. «Озон в биологии и медицине». – Н. Новгород, 1992. – С. 4-5.

200. Перетягин, С.П. Способ активации систем антиоксидантной защиты / С.П. Перетягин, С.Н. Конторщикова // Патент РФ А 61 К 35/14.

201. Першина, Л.В. Влияние различных местнообезболивающих препаратов на функциональное состояние пульпы зубов при поражении кариесом дентина / Л.В. Першина // диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук : 14.01.14 / ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России. – М., 2021. – 212 с.

202. Петрикас, А.Ж. Определение диагностических характеристик холодового теста спреем Cold Spray при его использовании для оценки эффективности анестезии / А.Ж. Петрикас, Е.В. Честных, И.О. Ларичкин // Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование. – 2022. – № 80. – С. 36-39.

203. Петрухина, Н.Б. Использование «Имудона» и медицинского озона в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта: специальность 14.01.14 «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Петрухина Наталья Борисовна ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова. – Москва, 2004. – 183 с.

204. Пирадов, М.А. Неврологические орофациальные заболевания и синдромы / М.А. Пирадов, М.Ю. Максимова // Руководство для врачей. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 216 с.

205. Плечистик, П.Д. Определение электровозбудимости пульпы зуба с использованием различных видов тока / П.Д. Плечистик, Г.Г. Сахар // Современные технологии в медицинском образовании: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Минск : БГМУ, 2021. – С. 1353-1355.

206. Повышение эффективности эндодонтического лечения с помощью аппаратных методов / И.М. Макеева, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова, Е.Г. Талалаев // Стоматология. – 2017. – Т. 96, № 2. – С. 17-19.

207. Подпорин, М.С. Совершенствование эндодонтического лечения пациентов с хроническим пульпитом с учетом мониторинга микробного консорциума : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Подпорин Максим Сергеевич ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2021. – 199 с.

208. Применение монополярной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов / Ф. Ю. Даурова, А. Г. Волков, Н. Ж. Дикопова [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 117-120.

209. Проблема устойчивости возбудителей одонтогенной инфекции к антибиотикам и разработка экспресс-метода выявления резистентных штаммов /

В.Н. Царев, А.А. Лабазанов, Е.В. Ипполитов, В.В. Шулаков, Е.П. Пашков // Клиническая стоматология. – 2016. – Т. 80, № 4. – С. 46–51.

210. Применение монополярной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов / Ф.Ю. Даурова, А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 117-120.

211. Применение противомикробных средств для обработки корневых каналов зубов при периодонтите / О.Н. Игнатиади, А.В. Арутюнов, А.Г. Сирак, М.К. Демурова // Кубанский научный медицинский вестник. – 2014. – Т. 6, № 148. – С. 33-35.

212. Применение физиотерапевтических методов при эндодонтическом лечении / О.В. Гордеева, А.И. Иваненко, И.В. Старикова, Т.Н. Радышевская // Colloquium-journal. – 2018. – Т. 11, № 22. – С. 61-63.

213. Применение электроодонтодиагностики в стоматологии / А.Г. Волков, И.М. Макеева, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Учебное пособие. – М., 2021. – 32 с.

214. Просветов, Р.С. Особенности электровозбудимости пульпы зубов у студентов из разных регионов мира / Р.С. Просветов, В.И. Торшин, И.К. Асогва // Стоматология. – 2013. – Т. 92, № 4. – С. 26-27.

215. Профилактика осложнений после хирургического лечения переломов костей лицевого черепа / А.В. Демьянова, М.А. Амхадова, Е.В. Иванова [и др.] // Российский медицинский журнал. – 2022. – Т. 28, № 4. – С. 315-320.

216. Регенерация пульпы зуба при использовании материалов для ее прямого покрытия в сочетании с методом озонотерапии / И.А. Никольская, И.С. Копецкий, Т.К. Дубовая [и др.] // Вестник РНИМУ. – 2012. – № 5. – С. 57.

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

218. Рединова, Т.Л. Показатели электровозбудимости пульпы различных групп зубов у лиц разного возраста / Т.Л. Рединова, Г.Б. Любомирский // Институт стоматологии. – 2009. – № 2. – С. 74-75.

219. Розенбаум, А.Ю. Оценка эффективности антибактериальной 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. – 2018. – № 2. – С. 18-21.

220. Роль микроорганизмов в развитии осложнений кариеса / И. В. Хулаев, А. М. Сижажева, М. Б. Малаева, М. Т. Тхазаплизева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. – С. 103-104.

221. Рубин, Л.Ф. Электроодонтодиагностика / Л.Ф. Рубин // В кн.: Важнейшие вопросы стоматологии. – М. : Медицина, 1976. – 136 с.

222. Румянцев, В. А. Сравнительная оценка эндодонтической противомикробной наноимпрегнации дентина корней зубов / В. А. Румянцев, А. В. Блинова, Г. А. Фролов // Актуальные вопросы детской стоматологии : сборник всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 25–26 ноября 2020 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кировский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2021. – С. 121-123.

223. Саидова, Л.А. Микробиологическая оценка эффективности применения депо- и апекс-фореза в комплексном лечении хронического верхушечного периодонтита / Л.А. Саидова, Ш.Ш.К. Рамазонова // Молодой ученый. – 2019. – № 27 (265). – С. 77-79.

224. Сайфиева, Н.Н. Сравнительный анализ эффективности озонотерапии и гипербарической оксигенации в лечении воспалительных заболеваний гениталий у женщин : специальность 14.00.01 «Акушерство и гинекология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Сайфиева Наиля Наильевна ; Ивановская государственная медицинская академия. – Иваново, 2002. – 21 с.

225. Самойлова, О.П. Е. Faecalis в корневых каналах зубов и слюне при лечении периодонтитов / О.П. Самойлова, Е.М. Казанкова, О.И. Тирская //

Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 1. – С. 100.

226. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018619368 Российская Федерация. Программа для обеспечения работы аппарата электроодонтодиагностики : № 2018616577 : заявл. 25.06.2018 : опубл. 06.08.2018 / Д. Н. Ручкин, В. Е. Талалаев, Е. Г. Талалаев [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Аппаратная инновационная медицина» (ООО "АпИнМед"). – EDN XDZVVT.

227. Семенникова, Н.В. Клинико-морфологическая характеристика периодонта при хроническом воспалении и лечении методом трансканальной электрогранулотомии : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Семенникова Наталья Владимировна ; Сибирский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Томск, 2010. – 22 с.

228. Сирак, А.Г. Динамика репаративного дентиногенеза после лечения глубокого кариеса и острого очагового пульпита разработанной поликомпонентной лечебной пастой / А.Г. Сирак, С.В. Сирак // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 5-2. – С. 384-388.

229. Скибицкая, Е.А. Сравнение эффективности различных техник ирригации в процессе инструментальной обработки системы корневого канала по данным сканирующей электронной микроскопии / Е.А. Скибицкая, Д.Ф. Хеннави, М.О. Крупич // Современная стоматология. – 2018. – № 1 (90). – С. 14.

230. Скрипкина, Г.И. Лечение хронического пульпита биологическим методом в клинике детской стоматологии / Г.И. Скрипкина, В.И. Самохина // Материалы всероссийского научного форума. – М., 2005. – С. 296.

231. Скрипникова, Т.П. Открытая перфорация альвеолярного отростка верхней челюсти, перфорация дна полости зуба при эндодонтическом лечении первого моляра на верхней челюсти (клинический случай) / Т.П. Скрипникова,

Т.А. Хмиль, С.В. Белоус // Украинский стоматологический альманах. – 2018. – № 1. – С. 88-90.

232. Смирнов, С.Н. Применение медицинского озона в комплексном лечении ограниченных вялотекущих воспалительных процессов мягких тканей челюстно-лицевой области : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Смирнов Сергей Николаевич ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 1999. – 158 с.

233. Современные технологии в эндодонтическом лечении / А.В. Митронин, А.А. Чунихин, В.А. Митронин [и др.] // Медицинский алфавит. – 2014. – Т. 3, № 13. – С. 40-43.

234. Соловьева, Ж.В. Анализ микрофлоры корневого канала при эндодонтической патологии по результатам первичного обследования пациентов / Ж.В. Соловьева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. - № 2. – С. 168-172.

235. Соловьева, О.А. Малоинвазивный эндодонтический доступ / О.А. Соловьева, Ю.А. Винниченко, А.В. Винниченко // Стоматология. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 56-60.

236. Спектр микробиоты корневого канала при апикальном периодонтите / И.А. Куратов, М.О. Нагаева, Т.Х. Тимохина, М.А. Сурков // Университетская медицина Урала. – 2018. – Т. 4, № 3 (14). – С. 15-16.

237. Сравнение двух типов аппаратов для электроодонтометрии при их использовании для определения эффективности анестезии / А.Ж. Петрикас, О.А. Петрикас, Е.В. Честных [и др.] // Эндодонтия Today. – 2022. – Т. 20, № 2. – С. 109-114.

238. 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.

239. Сравнительная оценка эффективности методов психосенсорной анестезии на основе электроодонтометрических исследований / Б.А. Бакиев, Н.Р. Базарбаев, Н.П. Фетисова [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11-3. – С. 425-429.

240. Сравнительная оценка эффективности эндодонтического лечения хронического апикального периодонтита / А.Ф. Юсупова, Л.П. Герасимова, М.Ф. Кабирова [и др.] // Проблемы стоматологии. – 2019. – Т. 15, № 4. – С. 72-79.

241. 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.

242. Степанов, А.Н. Применение высокоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении хронических форм периодонтитов / А.Н. Степанов // Автореферат дис. ... канд. мед. наук. – Воронеж, 2003.

243. Степанов, Г.В. Электровозбудимость ретенированных зубов при их перемещении в зубной ряд / Г.В. Степанов // Ортодонтия. – 2011. – № 1(53). – С. 22-25.

244. Степень механической эффективности очистки корневых каналов различными группами антисептических средств / Л.Ю. Орехова, В.Ю. Крылова, П.С. Майоров, А.С. Щурева // Эндодонтия Today. – 2013. – № 3. – С. 54-56.

245. Терапевтическая стоматология / Е.В. Боровский, В.С. Иванов, Г.В. Банченко [и др.] // Учебник. – М. : «Медицинское информационное агентство», 2003. – 840 с.

246. Томаева, Д.И. Определение оптимальных параметров монополярной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении / Д.И. Томаева, Ф.Ю. Даурова, Н.Ж. Дикопова // Стоматология. – 2019. – Т. 98, № 4. – С. 4-7.

247. Томаева, Д.И. Использование высокочастотной монополярной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов с хроническими формами пульпитов: 14.01.14. Стоматология: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Томаева Диана Исланбековна; ФГАОУ

ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). – Москва, 2020. – 115 с.

248. Трансканальное использование антибиотиков нового поколения в лечении хронического периодонтита и оценка эффективности с применением генодиагностики / В.Н. Царёв, А.В. Митронин, Е.Н. Николаева [и др.] // Кафедра. – М., 2004. – № 9. – С. 34-40.

249. Троицкая, Т.В. Лазерная доплеровская флоуметрия пульпы зуба (обзор литературы, часть I) / Т.В. Троицкая, Н.К. Логинова // Институт стоматологии. – 2007. – № 1. – С. 110.

250. Туркина, А.Ю. Влияние метода механической обработки корневых каналов на возникновение болей после эндодонтического лечения : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Туркина Анна Юрьевна ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2005. – 21 с.

251. Ушаков, Р.В. Антимикробная химиотерапия в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии : руководство для врачей / Р.В. Ушаков, В.Н. Царев, С.В. Яковлев. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 424 с.

252. Факторы, обеспечивающие качественное эндодонтическое лечение / С.Н. Разумова, М.И. Тимохина, В.С. Булгаков, А.Е. Анурова // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – Т. 17, № 2. – С. 35-36.

253. Федоринчик, О.В. Влияние этапов обработки корневых каналов на уровень их микробной контаминации / О.В. Федоринчик // Актуальные вопросы профилактики, диагностики и лечения стоматологических заболеваний : сб. науч. тр. Респ. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 165-167.

254. Федоринчик, О.В. Зависимость показателей электроодонтометрии от наличия и размера пломб из композиционного материала / О.В. Федоринчик, Л.А. Денисов // Стоматолог. Минск. – 2014. – № 4(15). – С. 89-90.

255. Федорова, М.С. Характеристические особенности эндодонтических пациентов с хроническим апикальным периодонтитом в области зубов с облитерированными корневыми каналами / М.С. Федорова, В.А. Румянцев // Верхневолжский медицинский журнал. – 2023. – Т. 22, № 1. – С. 20-22.

256. Федотова, Ю.М. Применение депофореза гидроокиси меди-кальция для лечения осложнений кариеса в зубах с непроходимыми и труднодоступными корневыми каналами / Ю.М. Федотова, А.Н. Демирова // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 6. – С. 27.

257. Феномен чувствительности дентальной пульпы при формировании постоянных зубов / А.Ж. Петрикас, С.А. Летуновская, Е.В. Честных [и др.] // Эндодонтия Today. – 2020. – Т. 18, № 4. – С. 14-19.

258. Физиотерапия в стоматологии / О.Г. Пастухов, Т.К. Шефтелович, Л.С. Ермошенко, Х.А. Маркаров // Учебно-методическое пособие. – КГМА, 2002. – С. 24-26.

259. Физиотерапия при лечении альвеолита и ограниченного остеомиелита челюстей / Н.Ж. Дикопова, А.Г. Волков, В.Ф. Прикулс [и др.] // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2019. – Т. 96, № 1. – С. 11-21.

260. Физические аппаратные методы диагностики и лечения в эндодонтии / И.М. Макеева, А.Г. Волков, Ф.Ю. Даурова [и др.] // Учебно-методическое пособие. – М., 2020. – 52 с.

261. Физические аппаратные методы диагностики и лечения в эндодонтии / И.М. Макеева, А.Г. Волков, Ф.Ю. Даурова [и др.] // Учебно-методическое пособие. – М. : РУДН, 2020. – 48 с.

262. Хомутишникова, Н.Е. Лечение больных с открытыми переломами нижней челюсти и профилактика посттравматических воспалительных осложнений с использованием озонотерапии : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Хомутишникова Нина Евгеньевна. – Нижний Новгород, 2002. – 145 с.

263. Царев, А.В. Антибактериальная эффективность анодного растворения серебряно-медных и медных электродов / А.В. Царев // Актуальные вопросы стоматологии : сб. тезисов межвузовской конф. – М. : РУДН, 2023. – С. 125-127.

264. Царев, А.В. Внутриканальное анодное растворение медного электрода при лечении пульпита в зубах с облитерированными корневыми каналами: 3.1.7. Стоматология: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Царёв Андрей Владимирович; ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет». – Санкт-Петербург, 2025. – 129 с.

265. Царёв, В.Н. Антибактериальная терапия в стоматологии / В.Н. Царёв, Р.В. Ушаков. – М. : МИУ, 2004. – 170 с.

266. Царев, В.Н. Микробная биопленка корневых каналов и новые подходы к диагностике и лечению хронических форм пульпита с использованием фотоактивируемой дезинфекции и ультразвуковой обработки / В.Н. Царев, А.В. Митронин, М.С. Подпорин // Эндодонтия Today. – 2016. – № 3. – С. 19-23.

267. Царев, В.Н. Микробная биоплёнка корневых каналов и новые подходы к диагностике и лечению хронических форм пульпита с использованием фотоактивируемой дезинфекции и ультразвуковой обработки / В.Н. Царев, А.В. Митронин, М.С. Подпорин // Эндодонтия Today. – 2016. – № 3. – С. 19-23.

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

269. Царев, В.Н. Применение сканирующей электронной микроскопии и биореактора для оценки эрадикации микробной биопленки корневых каналов при эндодонтическом лечении / В.Н. Царев, М.С. Подпорин, Е.В. Ипполитов // Клиническая лабораторная диагностика. – 2017. – Т. 62, № 8. – С. 506-512.

270. Царицинский, М.М. Терапевтическая стоматология / М.М. Царицинский. – 2008. – 508 с.

271. Чернявский, Ю.П. Анализ динамики показателей электроодонтометрии при применении адгезивных технологий / Ю.П. Чернявский, В.П. Кавецкий // Стоматолог. Минск. – 2012. – № 4(7). – С. 16-20.

272. Чистякова, Г.Г. Результаты электрометрической и морфологической оценки клиновидных дефектов зубов / Г.Г. Чистякова, А.А. Петрук // Стоматология. Эстетика. Инновации. – 2018. – Т. 2, № 3. – С. 304-314.

273. Чистякова, Г.Г. Функциональные методы диагностики гемодинамики и нервно-рецепторного аппарата пульпы зуба / Г.Г. Чистякова // Стоматология. Эстетика. Инновации. – 2020. – Т. 4, № 1. – С. 98-113.

274. Чуев, В.В. Депофорез медно-кальциевым гидроксидом при лечении труднопроходимых корневых каналов с применением материала «Купродент» / В.В. Чуев, Е.С. Бондарь, Н.С. Мишина // Стоматология славянских государств : сб. трудов XII Междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 397-400.

275. Чуев, В.В. Сравнительная оценка эффективности препаратов для биологического лечения пульпита / В.В. Чуев, Н.А. Григорьев, И.А. Макеева // Медицинский алфавит. – 2007. – С. 52-55.

276. Чунихин, А.А. Использование полупроводникового лазера при эндодонтическом лечении зубов с хроническими формами пульпитов : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Чунихин Андрей Анатольевич ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2010. – 24 с.

277. Чунихин, А.А. Эндодонтическое лечение пульпита: традиционные и современные подходы / А.А. Чунихин, А.В. Митронин // Эндодонтия Today. – 2009. – № 4. – С. 3-10.

278. Шайымбетова, А.Р. Сравнительная характеристика эффективности лечения хронического деструктивного апикального периодонтита с применением нано раствора золота / А.Р. Шайымбетова, И.М. Юлдашев, С.К. Сулайманкулова // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2019. – № 7. – С. 99-102.

279. Шишкина, О.Е. Клинико-экспериментальное обоснование применения трансканальной электрогранулотомии в комплексном лечении деструктивных форм хронического периодонтита : специальность 14.01.14. «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Шишкина Ольга Евгеньевна ; Алтайский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Барнаул, 2008. – 23 с.

280. Шпилко, А.Л. Применение цинк-электрофореза для профилактики хронического периодонтита при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами : специальность 14.01.14. «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Шпилко Анна Леонидовна ; Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Москва, 2012. – 113 с.

281. Шулаков, В.В. Влияние медицинского озона на микробную флору в очагах хронического травматического и одонтогенного остеомиелита нижней челюсти / В.В. Шулаков, В.С. Агапов, Н.А. Фомченков // Нижегород. мед. журнал. – 2003. – Приложение «Озонотерапия». – С. 202-203.

282. Шулаков, В.В. Иммуностимулирующее действие озона при лечении вялотекущего гнойного воспаления челюстно-лицевой области / В.В. Шулаков, С.Н. Смирнов, В.С. Агапов // Вопросы стоматологии : Сборник, поев. 70-летию проф. Э.С. Тихонова. – Рязань, 1998. – С. 309-311.

283. Экспериментальная оценка влияния степени расширения корневых каналов на устойчивость корней зубов к возникновению вертикальной трещины / И.М. Макеева, С.Ф. Бякова, Н.Е. Новожилова [и др.] // Эндодонтия Today. – 2016. – № 2. – С. 72-75.

284. Экспериментальное исследование антибактериального действия анодного растворения медного электрода, применяемого при эндодонтическом лечении зубов / А.В. Царев, Н.Ж. Дикопова, Е.В. Ипполитов [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2024. – Т. 28, № 1. – С. 5-12.

285. Экспериментальное исследование антибактериального действия анодного растворения медного электрода, применяемого при эндодонтическом лечении зубов / А.В. Царев, Н.Ж. Дикопова, Е.В. Ипполитов [и др.] // Российский стоматологический журнал. – 2024. – Т. 28, № 1. – С. 5-12.

286. Экспериментальное обоснование эндодонтического лечения хронических форм пульпита и периодонтита с использованием фотоактивируемой дезинфекции и ультразвуковой обработки / В.Н. Царев, М.С. Подпорин, Е.В. Ипполитов [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. – 2016. – № 6. – С. 66-73.

287. Электровозбудимость пульпы / А.С. Валиев, Т.В. Курцев, Т.П. Плешкова [и др.] // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 1. – С. 1.

288. Электронно-микроскопическая оценка эффективности гальванофореза / В.А. Румянцев, Е.Г. Родионова, А.Г. Денис [и др.] // Стоматология. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 4-8.

289. Электроодонтодиагностика в повседневной практике врача-стоматолога // Бюллетень медицинских интернет конференций. – 2016. – Т. 6, № 5.

290. Электроодонтодиагностика в современной стоматологии / А. Николаев, Е. Петрова, Л. Тургенева [и др.] // Эндодонтия Today. – 2015. – Т. 13, № 2. – С. 38-42.

291. Электроодонтометрия пульпы зубов при вторичных зубочелюстных деформациях / В.А. Иванов, В.Т. Карсанов, И.А. Маслов [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2010. – Т. 9, № 4. – С. 162-164.

292. Эффективность использования различных видов тока для определения электровозбудимости зубов при неврите нижнего альвеолярного нерва / А.Г. Волков, В.М. Гринин, А.М. Панин [и др.] // Стоматология. – 2024. – Т. 103, № 6. – С. 10-13.

293. Эффективность применения высокочастотной монополярной диатермокоагуляции при лечении хронических форм пульпита / Ф.Ю. Даурова,

А.Г. Волков, Н.Ж. Дикопова [и др.] // Эндодонтия Today. – 2019. – Т. 17, № 2. – С. 36-40.

294. Эффективность применения лечебной пасты на основе гидроксиапатита ультравысокой дисперсности при биологическом методе лечения ятрогенных форм пульпита / И.А. Никольская, И.С. Копецкий, Т.К. Дубовая // Морфология. – 2013. – № 5. – С. 100.

295. Эффективность применения озонотерапии в комплексном лечении ятрогенных пульпитов / И.А. Никольская, И.С. Копецкий, А.Г. Волков [и др.] // Вестник РНИМУ. – 2013. – № 4. – С. 60-63.

296. Эффективность электроодонтодиагностики с помощью различных видов тока / И.М. Макеева, А.Г. Волков, В.Ф. Прикулс [и др.] // Стоматология. – 2018. – Т. 97, № 6. – С. 34-37.

297. Юдина, Н.А. Лечение гиперемии пульпы, часть 2 / Н.А. Юдина, В.И. Азаренко, А.С. Русак // Стоматологический журнал. – 2009. – № 1. – С. 4-8.

298. A comparative evaluation of the antimicrobial efficacy of calcium hydroxide, chlorhexidine gel, and a curcumin-based formulation against *Enterococcus faecalis* / R.K. Yadav, A.P. Tikku, A. Chandra, P. Verma, R. Bains, H. Bhoot // National Journal of Maxillofacial Surgery. – 2018. – Vol. 9, № 1. – P. 52–55.

299. A cone-beam computed tomography scanning of the root canal system of permanent teeth among the Moscow population / S. Razumova, A. Brago, L. Khaskhanova [et al.] // International Journal of Dentistry. – 2018. – № 2018. – P. 2615746.

300. Akhlaghi, N. Outcomes of vital pulp therapy in permanent teeth with different medicaments based on review of the literature / N. Akhlaghi, A. Khademi // Dent Res J (Isfahan). – 2015. – Vol. 12, № 5. – P. 406-417.

301. Almeshari, S.A. Quality of Endodontic Treatment Rendered by General Dental Practitioners in Hail, Saudi Arabia. A Radiographic Study / S.A. Almeshari, M.S. Alshammari, R.I. Main // Acta Scientific Dental Sciences. – 2018. – Vol. 2. – P. 17-20.

302. An in vitro evaluation study of the geometric changes of root canal preparation and the quality of endodontic treatment / S. Razumova, A. Brago, A. Howijeh [et al.] // *International Journal of Dentistry*. – 2020. – № 2020. – P. 8883704.

303. Antagonistic interaction between two key endodontic pathogens *Enterococcus faecalis* and *Fusobacterium nucleatum* / D. Xiang, J. Lin, Y. Chen, L. Wang, T. Xu // *Journal of Oral Microbiology*. – 2023. – Vol. 15. – No. 1. – P. 1-12.

304. Antimicrobial efficacy of a polymeric chlorhexidine release device using in vitro model of *Enterococcus faecalis* dentinal tubule infection / Y. Lee, S.H. Han, S.H. Hong, J.K. Lee, H. Ji, K.Y. Kum [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2008. – Vol. 34. – P. 855–858.

305. Antimicrobial and antibiofilm efficacy of a copper/calcium hydroxide-based endodontic paste against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* / A. Meto, B. Colombari, A. Sala [et al.] // *Dent. Mater. J.* – 2019. – № 38. – P. 591-603.

306. Antimicrobial and antibiofilm efficacy of a copper/calcium hydroxide-based endodontic paste against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* / A. Meto, B. Colombari, A. Sala, E. Pericolini, A. Meto [et al.] // *Dent Mater J.* – 2019. – Vol. 38, № 4. – P. 591-603.

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

308. Assessment of Electrosensitivity of the Pulp of the Mandibular Second Molar after Surgical Removal of an Impacted Mandibular Third Molar / G. Trybek, M. Aniko-Włodarczyk, O. Preuss [et al.] // *J Clin Med*. – 2021. – Vol. 10, № 16. – P. 3614.

309. Bactericidal effect of KTP laser irradiation against *Enterococcus faecalis* compared with gaseous ozone: an ex vivo study / A. Kustarci, Z. Sumer, D. Altunbas, S. Kosum // *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* – 2009. – Vol. 107, № 5. – P. e73-e79.

310. Bacterial levels and amount of endotoxins in carious dentin within reversible pulpitis scenarios / T.M. Caneppele, L.G. de Souza, M. da Silva Spinola, F.E. de Oliveira, L.D. de Oliveira, C.A. Carvalho [et al.] // *Clinical Oral Investigations*. – 2020. – Vol. 15. – P. 1–0.

311. Bacteria in the apical root canals of teeth with apical periodontitis / L.W. Lee, Y.L. Lee, S.H. Hsiao, H.P. Lin // *Journal of the Formosan Medical Association*. – 2017. – Vol. 116, № 6. – P. 448–456.

312. Bystrom, A. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy / A. Bystrom, G. Sundqvist // *International Endodontic Journal*. – 1985. – Vol. 18. – P. 35–40.

313. Byström, A. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy / A. Byström, G. Sundqvist // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. – 1983. – Vol. 55. – P. 307–312.

314. Characterization of root canal microbiota in teeth diagnosed with irreversible pulpitis / S. Zahran, E. Witherden, F. Mannocci, G. Koller // *Journal of Endodontics*. – 2021. – Vol. 47, № 3. – P. 415–423.

315. Clinical and experimental validation of the ozone therapy effectiveness in case of accidental exposure of the dental pulp / N.Zh. Dikopova, A.G. Volkov, E.G. Margaryan [et al.] // *New Armenian Medical Journal*. – 2021. – T. 15, № 1. – C. 77-84.

316. Clinical and radiographic study of the causes of primary endodontic treatment failure / O.H. Misgar, R. Farooq, A.R. Purra [et al.] // *Int J Appl Dent Sci*. – 2018. – Vol. 4, № 1. – P. 21-24.

317. Clinical comparison of sensitivity and specificity between sensibility and vitality tests in determining the pulp vitality of mandibular premolars / A. Farughi, A. Rouhani, R. Shahmohammadi [et al.] // *Aust Endod J*. – 2021. – Vol. 47, № 3. – P. 474-479.

318. Comparative Evaluation of the Effectiveness of Three Different Irrigating Solution on Microorganisms in the Root Canal: An Invivo Study / P. Jain, R. Yeluri, N. Garg, [et al.] // *J Clin Diagn Res*. – 2015. – Vol. 9, 312. – P. 39-42.

319. Comparative Study of Pulp Vitality in Primary and Young Permanent Molars in Human Children with Pulse Oximeter and Electric Pulp Tester / P. Shahi, P.B. Sood, A. Sharma [et al.] // *Int J Clin Pediatr Dent.* – 2015. – Vol. 8, № 2. – P. 94-98.

320. Comparison of antibacterial efficacy of calcium hydroxide paste, 2% chlorhexidine gel and turmeric extract as an intracanal medicament and their effect on microhardness of root dentine: An in vitro study / A.R. Prabhakar, S. Taur, S. Hadakar, S. Sugandhan // *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* – 2013. – Vol. 6. – P. 171–177.

321. Comprehensive analysis of secondary dental root canal infections: A combination of culture and culture-independent approaches reveals new insights / A.C. Anderson, E. Hellwig, R. Vespermann [et al.] // *PLoS ONE.* – 2012. – Vol. 7, № 11. – e49576.

322. Copper-calcium hydroxide and permanent electrophoretic current for treatment of apical periodontitis / A. Meto, E. Droboniku, E. Blasi, B. Colombari [et al.] // *Materials (Basel).* – 2021. – Vol. 14, № 3. – P. 678.

323. Curcumin inhibits FtsZ assembly: An attractive mechanism for its antibacterial activity / D. Rai, J.K. Singh, N. Roy, D. Panda // *Biochemical Journal.* – 2008. – Vol. 410. – P. 147–155.

324. De Almeida, G. Etiologic role of root canal infection in apical periodontitis and its relationship with clinical symptomatology / G. De Almeida, B. Gomes, D. Herrera // *Brazilian Oral Research.* – 2018. – № 32. – e69.

325. De Laat, A. Differential diagnosis of toothache to prevent erroneous and unnecessary dental treatment / A. De Laat // *J Oral Rehabil.* – 2020. – Vol. 47, № 6. – P. 775-781.

326. Dental nerves: A neglected mediator of pulpitis / C. Zhan, M. Huang, X. Yang [et al.] // *Int. Endod. J.* – 2021. – № 54. – P. 85-99.

327. Devaraj, S. Antibiofilm efficacy of photoactivated curcumin, triple and double antibiotic paste, 2% chlorhexidine and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in vitro / S. Devaraj, N. Jagannathan, P. Neelakantan // *Sci. Rep.* – 2016. – № 6. – P. 24797.

328. Development of criteria for investigation of periapical tissue from root-filled teeth / N. Danesh, A.C. Ljunggren, E. Wolf, H. Fransson // *Acta Odontol Scand.* – 2019. – Vol. 77, № 4. – P. 269-274.

329. Diagnosing odontogenic sinusitis: an international multidisciplinary consensus statement / J.R. Craig, D.M. Poetker, U. Aksoy [et al.] // *Int. Forum Allergy Rhinol.* – 2021. – № 11. – P. 1235-1248.

330. Diagnostic accuracy of pulp vitality tests and pulp sensibility tests for assessing pulpal health in permanent teeth: A systematic review and meta-analysis / S. Patro, A. Meto, A. Mohanty [et al.] // *Int J Environ Res Public Health.* – 2022. – Vol. 19, № 15. – P. 9599.

331. Direct pulp capping: which is the most effective biomaterial? A retrospective clinical study / A. Paula, M. Laranjo, C.M. Marto, S. Paulo, A.M. Abrantes, J. Casalta-Lopes, A. Serra, M.F. Botelho, E. Carrilho // *Materials.* – 2019. – Vol. 12, № 20. – P. 3382.

332. Disinfecting oval-shaped root canals: Effectiveness of different supplementary approaches / F.R. Alves, B.M. Almeida, M.A. Neves [et al.] // *J. Endod.* – 2011. – Vol. 37, № 4. – P. 496-501.

333. Distinct excitation to pulpal stimuli between somatosensory and insular cortices / H. Nakamura, T. Shirakawa, N. Koshikawa [et al.] // *J Dent Res.* – 2016. – Vol. 95, № 2. – P. 180-187.

334. Distribution of metal compounds in the tissues of the root of the tooth with apex-foreses (Iontophoresis of copper and silver) / A.G. Volkov, N.Zh. Dikopova, A.V. Arzukanyan [et al.] // *New Armenian Medical Journal.* – 2021. – Vol. 15, № 1. – P. 59-66.

335. Does Apical Papilla Survive and Develop in Apical Periodontitis Presence after Regenerative Endodontic Procedures? / P.J. Palma, J. Martins, P. Diogo [et al.] // *Appl. Sci.* – 2019. – № 9. – P. 3942.

336. Does dental fluorosis affect electric pulp test response and/or optimum probe placement site? / P.I. Idon, P.N. Nwamba, C.I. Udoeye [et al.] // *Aust Endod J.* – 2021. – Vol. 47, № 2. – P. 307-313.

337. Effect of a Benzalkonium Chloride Surfactant-Sodium Hypochlorite Combination on Elimination of *Enterococcus faecalis* / A. Baron, K. Lindsey, S.J. Sadow [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2016. – Vol. 42, № 1. – P. 145-149.

338. Effect of radiation dose on the prevalence of apical periodontitis-a dosimetric analysis / G.M. Hommez, G.O. De Meerleer, W.J. De Neve, R.J. De Moor // *Clin. Oral Investig.* – 2012. – Vol. 16, № 6. – P. 1543-1547.

339. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro / B.P. Gomes, S.F. Souza, C.C. Ferraz, F.B. Teixeira, A.A. Zaia, L. Valdrighi [et al.] // *International Endodontic Journal*. – 2003. – Vol. 36. – P. 267–275.

340. Electric pulp test threshold responses in healthy incisors, canines, premolars and molars / M. Šimović, I. Pavušek, M.A. Ivanišević [et al.] // *Aust Endod J.* – 2018. – Vol. 44, № 1. – P. 54-59.

341. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment / C.H. Stuart, S.A. Schwartz, T.J. Beeson, C.B. Owatz // *Journal of Endodontics*. – 2006. – Vol. 32. – P. 93–98.

342. *Enterococcus faecalis* biofilms eradication by root canal irrigants / M.T. Arias-Moliz, C.M. Ferrer-Luque, M. Espigares-Garcia, P. Baca // *J. Endod.* – 2009. – Vol. 35, № 5. – P. 711-714.

343. Epidemiological evaluation of apical periodontitis prevalence in an urban Brazilian population / T. Berlinck, M. Monteiro, T. Monnerat, F. Carvalho // *Brazilian Oral Research*. – 2015. – № 29. – P. 51.

344. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions / M. Haapasalo, U. Endal, H. Zandi, J. Coil // *Endodontic Topics*. – 2005. – Vol. 10. – P. 71–102.

345. Estrela, C. Common Operative Procedural Errors and Clinical Factors Associated with Root Canal Treatment / C. Estrela // *Brazilian Dental Journal*. – 2017. – Vol. 28, № 2. – P. 179-190.

346. Evaluation of anatomy and root canal morphology of the maxillary first molar using the cone-beam computed tomography among residents of the Moscow region

/ S. Razumova, L. Khaskhanova, H. Barakat [et al.] // Contemporary Clinical Dentistry. – 2018. – Vol. 9, № 5. – P. 133-136.

347. Evaluation of cross-sectional root canal shape and presentation of new classification of its changes using cone-beam computed tomography scanning / S. Razumova, A. Brago, A. Howijieh [et al.] // Applied Sciences (Switzerland). – 2020. – Vol. 10, № 13. – P. 4495.

348. Evaluation of dental pulp sensibility tests in a clinical setting / J.J. Jespersen, J. Hellstein, A. Williamson [et al.] // J Endod. – 2014. – № 40. – P. 351-354.

349. Evaluation of threshold response and appropriate electrode placement site for electric pulp testing in fluorosed anterior teeth: An in vivo study / H. Vemisetty, A. Vanapatla, P.V. Ravichandra [et al.] // Dent. Res. J. – 2016. – № 3. – P. 245-249.

350. Ex vivo detection and quantification of apically extruded volatile compounds and disinfection by-products by SIFT-MS, during chemomechanical preparation of infected root canals / K. Ioannidis, C. Batty, C. Turner, [et al.] // Dent Mater. – 2020. – Vol. 36, № 2. – P. 257-269.

351. Experimental justification of a method-of-choice to protect the receptor apparatus of the teeth, supporting a non-removable design denture / I. Yanishen, I. Diudina, N. Krychka [et al.] // Georgian Medical News. – 2019. – № 286. – P. 36-39.

352. Experimental study of the antibacterial effect of anodic dissolution of a copper electrode used in endodontic dental treatment / A. Tsarev, N.Zh. Dikopova, E.V. Ippolitov [et al.] // Russian Journal of Dentistry. – 2024. – T. 28, № 1. – C. 5-12.

353. Expert consensus on odontogenic maxillary sinusitis multi-disciplinary treatment / J. Lin, C. Wang, X. Wang, [et al.] // Int J Oral Sci. – 2024. – Vol. 16, № 1. – P. 11.

354. Finnerup, N.B. Neuropathic pain: From mechanisms to treatment / N.B. Finnerup, R. Kuner, T.S. Jensen // Physiol Rev. – 2021. – Vol. 101, № 1. – P. 259-301.

355. Frisk, F. Is apical periodontitis in root filled teeth associated with the type of restoration? / F. Frisk, A. Hugosson, T. Kvist // Acta Odontol Scand. – 2015. – Vol. 73, № 3. – P. 169-175.

356. From mouth to brain: Neuroendocrine markers play as a crosstalk among oral and neurodegenerative diseases / M. Tatullo, B. Codispoti, C. Benincasa [et al.] // *Frontiers in Endocrinology*. – 2019. – Vol. 10, No. JAN. – P. 378.

357. *Fusobacterium nucleatum* exacerbates the progression of pulpitis by regulating the STING-dependent pathway / L. Zhou, H.-Q. Mao, J.-Q. Li, Z. Chen, L. Zhang // *The FASEB Journal*. – 2024. – Vol. 38. – No. 1. – e23357.

358. Gbadebo, S.O. Endodontic flare up: incidence and association of possible risk factors / S.O. Gbadebo, A.O. Sulaiman, O.O. Anifowose // *Afr J Med Med Sci*. – 2016. – Vol. 45, № 2. – P. 207-212.

359. Gunes, B. Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals / B. Gunes, K. Yesildal Yeter // *J Endod*. – 2018. – Vol. 44, № 7. – P. 1191-1194.

360. Halloysite nanotubes loaded with alkyl trimethyl ammonium bromide as antibacterial agent for root canal sealers / J.C. Monteiro, I.M. Garcia, V.C.B. Leitune [et al.] // *Dental Materials*. – 2019. – Vol. 35, № 5. – P. 789-796.

361. Histopathologic evaluation of pulpal tissue response to various adhesive cleanup techniques / A.A. Bicakci, B. Kocoglu-Altan, C. Celik-Ozenci [et al.] // *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop*. – 2010. – Vol. 138, № 1. – P. i2-17.

362. Human odontoblast-like cells produce nitric oxide with antibacterial activity upon TLR2 activation / J.-C. Farges, A. Bellanger, M. Ducret, E. Aubert-Foucher [et al.] // *Frontiers in Physiology*. – 2015. – Vol. 6. – P. 185.

363. Hussein, F.E. Factors Associated with Apical Periodontitis: A Multilevel Analysis / F.E. Hussein // *Journal of Endodontics*. – 2016. – Vol. 42, № 10. – P. 1441-1445.

364. Identification of cultivable microorganisms from primary endodontic infections with exposed and unexposed pulp space / F.C. Chu, C.P. Tsang, T.W. Chow, L.P. Samaranayake // *Journal of Endodontics*. – 2005. – Vol. 31, № 6. – P. 424–429.

365. Impact of Smear Layer Removal Using Etidronate- and EDTA-Based Irrigation Protocols on Root Canal Microbiota: An In Vivo Study / S. Razumova, A. Brago, A. Kryuchkova [et al.] // *Dentistry Journal*. – 2026. – Vol. 14, No. 3. – P. 151.

366. Imtiaz, T. Determination of the ideal tooth surface and pain threshold to improve the efficacy of an electric pulp tester in the diagnosis of pulp sensitivity and vitality in premolar and molar teeth: A Cross-Sectional Study / T. Imtiaz, D. Gurunathan, K.V. Saikiran // *Cureus*. – 2023. – Vol. 15, № 12. – e50754.

367. In vitro antimicrobial effect of different root canal sealers against oral pathogens / A. Monajemzadeh, A. Ahmadi Asoor, S. Aslani, B. Sadeghi-Nejad // *Zhongguo Gu Shang*. – 2017. – Vol. 4, № 1. – P. 163-168.

368. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: An in vitro study / H.K. Haapasalo, E.K. Sirén, T.M. Waltimo, D. Ørstavik, M.P. Haapasalo // *International Endodontic Journal*. – 2000. – Vol. 33. – P. 126–131.

369. Irritation of dental sensory nerves promotes the occurrence of pulp calcification / C. Zhan, M. Huang, J. Zeng, [et al.] // *J Endod*. – 2023. – Vol. 49, № 4. – P. 402-409.

370. Johansson, E. Antibacterial effect of ozone on cariogenic bacterial species / E. Johansson, R. Claesson, J.W.V. van Dijken // *J Dent*. – 2009. – Vol. 37, № 6. – P. 449-453.

371. Karayilmaz, H. Comparison of the reliability of laser Doppler flowmetry, pulse oximetry and electric pulp tester in assessing the pulp vitality of human teeth / H. Karayilmaz, Z. Kirzioğlu // *Oral Rehabil*. – 2011. – Vol. 38, № 5. – P. 340-347.

372. Khabibova, N.N. Improving endodontic treatment of chronic apical periodontitis with the use of depo of ipexpress and physiotherapy method fluctuorization / N.N. Khabibova, H.H. Khojiev // *International journal on integrated education*. – 2020. – Vol. 3, № 9. – P. 68-72.

373. Khurshid, Kh. Improvement Of Endodontic Treatment Of Chronic Upper Periodontitis Using Depo-, Apexphoresis And Physiotherapeutic Method Of Fluctuorization / Kh. Khurshid, H.H. Khojiev, N. Nazira // *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. – 2020. – Vol. 7, № 3. – P. 3015-3022.

374. Laukkanen, E. Radiographic outcome of root canal treatment in general dental practice: tooth type and quality of root filling as prognostic factors / E. Laukkanen,

M.M. Vehkalahti, A.K. Kotiranta // *Acta Odontol Scand.* – 2021. – Vol. 79, № 1. – P. 37-42.

375. Lipoteichoic acid induces IL-6 production in human pulp stromal cells through TLR2-mediated NF- κ B nuclear translocation / T. Akamp, M. Linnebäck, L. Schreiber, A. Rosendahl, E. Fetscher, S. Pohl, W. Buchalla, M. Widbiller // *Archives of Oral Biology.* – 2026. – Vol. 187. – P. 105989.

376. Longhini, A.B. Clinical aspects of odontogenic maxillary sinusitis: a case series / A.B. Longhini, B.J. Ferguson // *Int Forum Allergy Rhinol.* – 2011. – Vol. 1, № 5. – P. 409-415.

377. Ly, D. Is dental evaluation considered in unilateral maxillary sinusitis? A retrospective case series / D. Ly, J. Hellgren // *Acta Odontol Scand.* – 2018. – Vol. 76, № 8. – P. 600-604.

378. Mainkar, A. Diagnostic Accuracy of 5 Dental Pulp Tests: A Systematic Review and Meta-analysis / A. Mainkar, S.G. Kim // *J Endod.* – 2018. – Vol. 44, № 5. – P. 694-702.

379. Makeeva, I.M. Endodontic treatment efficacy enhancement by means of instrumental physiotherapy / I.M. Makeeva, A.G. Volkov, N.Zh. Dikopova // *Stomatologiya.* – 2017. – Vol. 96, № 2. – P. 17-19.

380. Measurement of copper ion extrusion from the apex of human teeth with single canals following of electrophoresis / M. Aminsobhani, B. Bolhari, B. Dorost [et al.] // *Eur Endod J.* – 2021. – Vol. 6, № 2. – P. 226-229.

381. Microbiology in endodontics: A review / R.K. Virk, K.K. Bhullar, D. Batra, S. Malhotra, A. Handa, J.S. Grover // *International Journal of Applied Dental Sciences.* – 2021. – Vol. 7, № 3. – P. 456–461.

382. Minimization of adverse effects associated with dental alloys / M. Arakelyan, G. Spagnuolo, F. Iaculli [et al.] // *Materials.* – 2022. – T. 15, № 21. – C. 74-76.

383. Miura, A. Psychiatric comorbidities in patients with Atypical Odontalgia / A. Miura, T.T.H. Tu, Y. Shinohara // *J Psychosom Res.* – 2018. – № 35. – P. 35-40.

384. Molecular Identification of Cultivable Bacteria From Infected Root Canals Associated With Acute Apical Abscess / L.M. Nóbrega, F. Montagner, A.C. Ribeiro [et al.] // *Braz Dent J.* – 2016. – Vol. 27, № 3. – P. 318-324.

385. Myofascial pain with referral from the anterior digastric muscle mimicking a toothache in the mandibular anterior teeth: a case report / M. Kalladka, M. Thondebhavi, S. Ananthan [et al.] // *Quintessence Int.* – 2020. – Vol. 51, № 1. – P. 56-62.

386. Nehra, A. What role does antibiotic resistance play in secondary endodontic infections? A systematic review / A. Nehra, M. Sin // *Evidence-Based Dentistry.* – 2024. – Vol. 25. – No. 4. – P. 194-195.

387. Němec, I. The Effect of Sensory Innervation on the Inorganic Component of Bones and Teeth; Experimental Denervation – Review / I. Němec, V. Smrčka, J. Pokorný // *J. Prague Med Rep.* – 2018. – Vol. 119, № 4. – P. 137-147.

388. New clinical and morphologic aspects in trigeminal neuralgia / L. Tanrikulu, P. Hastreiter, T. Bassemir [et al.] // *World Neurosurg.* – 2016. – № 92. – P. 189-196.

389. Novel technologies to improve the treatment of endodontic microbial infections: Inputs from a drug delivery perspective / T.C. Miranda, J.F.M. Andrade, G.M. Gelfuso, M. Cunha-Filho [et al.] // *Int J Pharm.* – 2023. – Vol. 635. – P. 122794.

390. Odontogenic sinusitis: a comprehensive review / F. Vidal, T.M. Coutinho, F.D. Carvalho [et al.] // *Acta Odontol Scand.* – 2017. – Vol. 75, № 8. – P. 623-633.

391. Outcome of single- vs. multiple-visit endodontic therapy of nonvital teeth: a metaanalysis / D.O. Almeida, S.C. Chaves, R.A. Souza, F.F. Soares // *J. Contemp. Dent. Pract.* – 2017. – Vol. 18, № 4. – P. 330-336.

392. Ozone ultrafine bubble water induces the cellular signaling involved in oxidative stress responses in human periodontal ligament fibroblasts / A. Leewananthawet, S. Arakawa, T. Okano, R. Daitoku Kinoshita [et al.] // *Sci Technol Adv Mater.* – 2019. – Vol. 20, № 1. – P. 589-598.

393. Persistent pain following endodontic treatment / C.J. Warnsinck, H. Shemesh, F. Lobbezoo [et al.] // *Ned Tijdschr Tandheelkd.* – 2013. – Vol. 120, № 10. – P. 530-536.

394. Prado, J.V. Application of copper bactericidal properties in medical practice / J.V. Prado, A.R. Vidal, T.C. Durán // *Rev. Med. Chile.* – 2012. – Vol.140. – P. 1325–1332., Grass, G. Metallic copper as an antimicrobial surface / G. Grass, C. Rensing, M. Solioz // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2011. – №. 77. – 1541–1547.
395. Preference and usage of intracanal medications during endodontic treatment / A.A. Madarati, M.S. Zafar, A.M.N. Sammani [et al.] // *Saudi Med J.* – 2017. – Vol. 38, № 7. – P. 755-763.
396. Prevalence of trigeminal neuralgia: A systematic review / I.P. De Toledo, J. Conti Réus, M. Fernandes [et al.] // *J Am Dent Assoc.* – 2016. – Vol. 147, № 7. – P. 570-576.
397. Progression of periapical cystic lesion after incomplete endodontic treatment / J.K. Huh, D.K. Yang, K.J. Jeon, S.J. Shin // *Restor Dent Endod.* – 2016. – Vol. 41, № 2. – P. 137-142.
398. Proteomic Profiling of Dentinal Fluid for the Identification of Biomarkers in Pulpal Inflammation: An Exploratory Study / C. Brizuela, A. Chaparro, M.I. Valencia, M.J. Bendek, H.F. Duncan, J.J. Segura-Egea, C. Alhucema, V. Ramírez // *International Endodontic Journal.* – 2025. – Vol. 58. – No. 12. – P. 1890-1901.
399. Pujar, M. Herbal usage in endodontics – A review / M. Pujar, S. Mukandar // *International Journal of Contemporary Dentistry.* – 2011. – Vol. 2. – P. 34–37.
400. Pulpitis as a microbial disease: single-cell insights into host responses and diagnostic biomarkers for vital pulp therapy / T. Xu, X. Jiao, G. Liu [et al.] // *Journal of Oral Microbiology.* – 2026. – Vol. 18. – No. 1.
401. Pulpotomija pri proteziranju zubov. Pilotnoe issledovanie / A.Zh. Petrikas, O.A. Petrikas, A.A. Kartoshkin [et al.] // *Actual problems in dentistry.* – 2018. – Vol. 14, № 2. – P. 48-51.
402. Push-out bond strength of different intracanal posts in the anterior primary teeth according to root canal filling materials / N. Pasdar, B. Seraj, M. Fatemi, S. Taravati // *Dent Res J (Isfahan).* – 2017. – Sep-Oct;14(5). – P. 336-343.

403. Quantitative assessment of dentinal tubule disinfection in absence of biofilm on root canal walls: An in vitro study / S.F. Byakova, V.A. Dezhurko-Korol, N.E. Novozhilova [et al.] // Iranian Endodontic Journal. – 2020. – Vol. 15, № 3. – P. 155-165.
404. Radeva, E. In vitro study of the effectiveness of intracanal irrigants on *Candida albicans* / E. Radeva, B. Indjov, R. Vacheva // Journal of IMAB. – 2007. – Vol. 2. – P. 3–7.
405. Real-time quantitative polymerase chain reaction and culture analyses of *Enterococcus faecalis* in root canals / C. Sedgley, A. Nagel, G. Dahlén, C. Reit, A. Molander // Journal of Endodontics. – 2006. – Vol. 32. – P. 173–177.
406. Renton, T. Tooth-related pain or not? / T. Renton // Headache. – 2020. – Vol. 60, № 1. – P. 235-246.
407. Residual Bacteriome after Chemomechanical Preparation of Root Canals in Primary and Secondary Infections / P. de Castro Kruly, H.E.H.M. Alenezi, M. Manogue [et al.] // J Endod. – 2022. – Vol. 48, № 7. – P. 855-863.
408. 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.
409. Ricucci, D, Correlation between clinical and histologic pulp diagnoses / D. Ricucci, S. Loghin, J.F. Siqueira Jr. // J Endod. – 2014. – Vol. 40, № 12. – P. 1932-1939.
410. Role of oral microbiota in irreversible pulpitis - Current strategies and future perspectives / P. Shetty, S. Shetty, P. Rai, B.K. Kumar, R. Bhat // Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica. – 2023. – Vol. 70. – No. 3. – P. 177-186.
411. Root microbiota in primary and secondary apical periodontitis / S. Bouillaguet, D. Manoel, M. Girard, J. Louis, N. Gaïa, S. Leo [et al.] // Frontiers in Microbiology. – 2018. – Vol. 9. – P. 2374.
412. Safavi, K.E. Root canal dentinal tubule disinfection / K.E. Safavi, L.S. Spangberg, K. Langeland // Journal of Endodontics. – 1990. – Vol. 16. – P. 207–210.
413. Siqueira, J.F. *Pseudoramibacter alactolyticus* in primary endodontic infections / J.F. Siqueira Jr, I.N. Rôças // Journal of Endodontics. – 2003. – Vol. 29. – P. 735–738.

414. Srinivasan, S.R. Ozone: A paradigm shift in dental therapy / S.R. Srinivasan, B.T. Amaechi // *J Global Oral Health*. – 2019. – Vol. 2. – P. 68-77.
415. Strains of *Enterococcus faecalis* differ in their ability to coexist in biofilms with other root canal bacteria / L.E. Chavez de Paz, J.R. Davies, G. Bergenholtz, G. Svensater // *Int. Endod. J.* – 2015. – Vol. 48. – P. 916-925.
416. Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin / B. Basrani, J.M. Santos, L. Tjäderhane, H. Grad, O. Gorduysus, J. Huang [et al.] // *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*. – 2002. – Vol. 94. – P. 240–245.
417. 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, № 1. – P. 311-318.
418. The antimicrobial effect of apical box versus apical cone preparation using iodine potassium iodide as root canal dressing: a pilot study / M. Markvart, G. Dahlén, C.E. Reit, L. Bjørndal // *Acta Odontol Scand.* – 2013. – Vol. 71, № 3-4. – P. 786-791.
419. The correlation between external apical root resorption and electric pulp test responses: a prospective clinical trial / F. Younessian, M. Behnaz, M. Badiie [et al.] // *Dental Press J Orthod.* – 2021. – Vol. 26, № 3. – e2119389.
420. The Effect of Lipoteichoic Acid from *Lactobacillus plantarum* on Dental Pulp Inflammation / N. Pribadi, R.P. Rahayu, K. Ismiyatin, C.R. Putri, M.D.C. Surboyo // *European Journal of Dentistry*. – 2021. – Vol. 15. – No. 4. – P. 682-686.
421. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials / L.S. Gonçalves, R.C. Rogrigues, C.V. Andrade Jr [et al.] // *Journal of Endodontics*. – 2016. – Vol. 42, № 4. – P. 527-532.
422. The evaluation of cultivable microbiota profile in patients with secondary endodontic infection before and after photo-activated disinfection / M. Pourhajibagher, R. Ghorbanzadeh, S. Parker [et al.] // *Photodiagnosis Photodyn Ther.* – 2017. – № 18. – P. 198-203.

423. The role of sensory nerves in dental pulp homeostasis: histological changes and cellular consequences after sensory denervation / C. Wang, X. Liu, J. Zhou [et al.] // *Int J Mol Sci.* – 2024. – Vol. 25, № 2. – P. 1126.

424. The root canal microbiota in apical periodontitis and pulpitis based on 16S rDNA sequencing / Yu-Zhi Li, Xu Su, Xiao-Tao Chen, Jie Xu, Li Zhao // *Acta Universitatis Medicinalis Anhui.* – 2024. – Vol. 59. – No. 9. – P. 1669-1674.

425. The Susceptibility to Calcium Hydroxide Modulated by the Essential walR Gene Reveals the Role for *Enterococcus faecalis* Biofilm Aggregation / S. Wu, Y. Liu, H. Zhang, L. Lei // *J Endod.* – 2019. – Vol. 45, № 3. – P. 295-301.

426. The use of an ozone generator that produces ozone using ultraviolet radiation for ozonize the contact medium in the treatment of gingivitis of young people / G.R. Mkhoyan, S.N. Razumova, A.S. Brago [et al.] // *Journal of International Dental and Medical Research.* – 2022. – T. 15, № 1. – C. 250-254.

427. Tizzoni, R. Atypical odontalgia and trigeminal neuralgia: psychological, behavioral and psychopharmacological approach in a dental clinic - an overview of pathologies related to the challenging differential diagnosis in orofacial pain / R. Tizzoni, M. Tizzoni, C.A. Clerici // *F1000Res.* – 2021. – № 10. – P. 317.

428. Topçuoğlu, H.S. Postoperative pain after the removal of root canal filling material using different techniques in teeth with failed root canal therapy: a randomized clinical trial / H.S. Topçuoğlu, G. Topçuoğlu // *Acta Odontol Scand.* – 2017. – Vol. 75, № 4. – P. 249-254.

429. Total and specific bacterial levels in the apical root canal system of teeth with post-treatment apical periodontitis / H.S. Antunes, I.N. Rocas, F.R. Alves, [et al.] // *J. Endod.* – 2015. – Vol. 41, № 7. – P. 1037-1042.

430. Treatment of a large cystlike inflammatory periapical lesion associated with mature necrotic teeth using regenerative endodontic therapy / T.M. Saoud, A. Sigurdsson, P.A. Rosenberg [et al.] // *J Endod.* – 2014. – Vol. 40, № 12. – P. 2081-2086.

431. Treatment outcomes of pulp revascularization in traumatized immature teeth using calcium hydroxide and 2% chlorhexidine gel as intracanal medication / A.C.

Pereira, M.L. Oliveira, A.C.C.L. Cerqueira-Neto [et al.] // J Appl Oral Sci. – 2020. – № 28. – e20200217.

432. Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis / L.B. Peters, P.R. Wesselink, J.F. Buijs, A.J. van Winkelhoff // Journal of Endodontics. – 2001. – Vol. 27. – P. 76–81.

433. Wen, C. Identifying metabolic biomarkers and pathways in pulpitis: a metabolomic study using ultra-high-performance liquid chromatography/orbitrap mass spectrometry / C. Wen, X. Chen, L. Lai // Journal of Applied Oral Science. – 2025. – Vol. 33. – e20240428.

434. Wuokko-Landen, A. Acute rhinosinusitis - are we forgetting the possibility of a dental origin? A retrospective study of 385 patients / A. Wuokko-Landen, K. Blomgren, H. Valimaa // Acta Otolaryngol. – 2019. – № 139. – P. 783-787.

435. Xu, T. Micro-Computed Tomography Assessment of Apical Accessory Canal Morphologies / T. Xu // Journal of Endodontics. – 2016. – Vol. 42, № 5. – P. 798-802.

436. Yamaguchi, M. Factors that cause endodontic failures in general practices in Japan / M. Yamaguchi, Y. Itoh // BMC Oral Health. – 2018. – Vol. 18, № 1. – P. 70.

437. Yokoyama, K. Permeability of the root canal wall and occlusion of dentinal tubules by $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{F}$: a comparison of combined use with pulsed Nd:YAG laser or iontophoresis / K. Yokoyama, K. Matsumoto, J. Murase // J Clin Laser Med Surg. – 2000. – Vol. 18, № 1. – P. 9-14.